GODINA XXII

ČOVJEK I SVEMIR

ČASOPIS ZAGREBAČKE ZVJEZDARNICE 5 1978/1979.



»Jedva je nekih 70 generacija, što nas dijele od Aleksandra Makedonskog, a od nas pa do onih divljačkih lovaca koji su nam bili preci i u vatri pržili svoju hranu ili ju jeli sirovu, bit će jedva nekih četiri do pet stotina generacija. Jedna se vrsta ne može duboko promijeniti za četiri, niti za pet stotina generacija. Neka neki čovjek ili žena počnu previše zavidjati, neka ih nešto zaplaši, neka se opiju ili razljute, pa će one iste užarene oči spiljskog čovjeka i danas na nas zasjati! Mi znamo pisati i učiti, imamo nauku i moć, pripitomili smo zvijeri i obuzdali munju, ali još uvijek posrćemo na putu prema svjetlosti. Pripitomili smo i odgojili životinje, ali sada trebamo pripitomiti i odgojiti sebe...«

(Engleski književnik i mislilac H. G. Wells)

YU ISSN 0350-6207

5

ČOVJEK I SVEMIR

NAUČNO POPULARNI ČASOPIS

Časopis »Čovjek i svemir« izlazi 6 puta godišnje (u skladu sa školskom godinom). Pojedini broj stoji 10 dinara.
Za učenike u školama i ostale čitaoce koji časopis primaju organizirano (preko školskih povjerenika) pojedini broj stoji 7 dinara.

FOTOGRAFIJA NA NASLOVNOJ STRANICI prikazuje čuvenu Krab maglicu (Rakovicu) u zviježđu Bika, koja je ostatak eksplozije zvijezde (supernove). Ova maglica, jedna je od najljepših, ali i najispitivanijih objekata na nebu. Udaljena je od nas oko 4000 godina svjetlosti, a pojedine »niti« njene koprenaste strukture udaljuju se od centra, brzinom od 1300 kilometara u sekundi.

Više o ovoj pojavi možete pročitati u člancima: »Zvjezdanom eksplozijom do Sunca i planeta« i »Pronađen novi zapis o supernovoj. . .«

Umu, koji razmišlja, svijet nije dan onako kako ga on vidi; on mora sebi sliku svijeta stvoriti iz bezbrojnih osjeta, doživljaja, sjećanja, izjava i iskustava. Zbog toga, vjerojatno, nema dva čovjeka, kojima se slika svijeta podudara u svim pojedinostima.

M. Born

EINSTEIN I SVEMIR

POVODOM 100. GODIŠNJICE ROĐENJA

Da li je potrebno danas objašnjavati ime Einstein? U gotovo svim sredinama ljudske djelatnosti to ime označuje nešto veliko, neko veliko znanje, nešto što označuje izvanrednu ljudsku inteligenciju. Zar se često ne čuje, kako se za nadarenog učenika kaže: »Taj će biti novi Einstein«!

Što je to otkrio ili izumio ili pronašao Einstein, da je rezultat njegovog rada u tolikoj mjeri značajan, da je njegovo ime toliko popularno i poznato?

I njegov sinčić od devet godina uočio je popularnost svoga tate, pa ga je jednog dana zapitao:

»Tata, zašto si ti tako čuven?«

»Vidiš, sine, kad slijepi kukac puzi po površini lopte, on ne primjećuje, da je put kojim je prošao iskrivljen, a ja sam imao tu sreću da to primjetim«.

Problemi, kojim se Einsten bavio vrlo su komplicirani, složeni; on je nastojao da nađe odgovor na suštinska pitanja spoznaje svijeta. Došao je do zaključka, da su svi rezultati koje dobivamo iz opažanja i mjerenja relativni, jer ovise o položaju opažača. Što to znači?

Ako promatramo i mjerimo padanje predmeta (prosti pad), vidjet ćemo da predmeti padaju okomito. Ako netko izvodi iste eksperimente u vlaku koji se kreće jednoliko i po pravcu, doći će do istih rezultata: predmeti će padati okomito, premda se eksperimenti izvode u vlaku koji se kreće (u sistemu koji se kreće). Međutim, promatrač koji nije u vlaku (u sistemu koji se ne kreće), a promatra te eksperimente u vlaku, vidi drugačije: on zapaža da u vlaku predmeti ne padaju vertikalno nego po paraboli. Ovo znači, da će istu pojavu promatrači iz raznih položaja (sistema) vidjeti različito, pa su rezultati **relativni,** a to znači da su i dobiveni rezultati drugačiji.

Einstein je izveo, da princip relativnosti vrijedi za sve fizikalne pojave, a na osnovu toga izvodi princip konstantnosti brzine svjetlosti, što znači da je brzina svjetlosti stalna bez obzira na kretanje sistema.

Na osnovu tih principa, Einstein pobija dotadašnja shvaćanja o apsolutnom prostoru i vremenu, konstantnosti mase i dolazi do spoznaje o zakrivljenosti prostora, čime postavlja nove temelje fizike i kozmologije.

Vrijeme je, kaže Einstein, relativna pojava, a to znači ovo:

Satovi na našoj Zemlji ići će brže nego na nebeskom tijelu (drugi sistem) koji se u odnosu na Zemlju kreće velikom brzinom. To nastaje zato što je brzina svjetlosti ograničena, tj. 300.000 km u sekundi. U sistemu koji bi se kretao brzinom od 259.800 km u sekundi vrijeme bi teklo dva puta sporije, pa bi se i događaji odigravali dva puta sporije nego kod nas. Na nebeskom tijelu (sistemu) koje se u odnosu na Zemlju kreće 297.000 km u sekundi, što iznosi 0,99 brzine svjetlosti, vrijeme bi teklo 7 puta sporije, a kod brzine od 0,99999 brzine svjetlosti, odnosno 299.997 km u sekundi vrijeme bi u tom sistemu teklo 70 puta sporije.

Mase, kaže Einstein, nisu uvijek iste.

Kamen u letu ima veću masu, ali povećanje te mase kod malih brzina nije uopće mjerljivo. Tek kod brzina bliskim brzini svjetlosti dolazi do velikog povećanja mase.

Prostor, kaže Einstein, nije ravan, nego je zakrivljen jer se u njemu nalaze mase. Što je masa veća, to je prostor više, jače zakrivljen. U tako zakrivljenom prostoru, nebeska tijela kreću se po najkraćim stazama, tzv. geodetskim linijama.

U ovo nekoliko pojmova uočljiva je razlika u njihovom shvaćanju: Einstein u suštini mijenja pogled na te fizikalne veličine. Tu treba dodati i nova shvaćanja o energiji, gravitaciji, o svim fizikalnim veličinama i pojmovima. Prema tome, Einsteinovi radovi ne donose neke dopune, niti neka usavršavanja dotadašnje fizikalne zgrade svijeta, nego ih oni u suštini mijenjaju, dajući osnovu za izgradnju nove, tzv. relativističke fizike.

Uvidjevši važnost i dalekosežnost Einsteinovih istraživanja fizikalnog svijeta, Planck, jedan od najeminentnijih fizičara svijeta je izjavio:

»Ako Einsteinova teorija bude dokazana, što ja očekujem, on će postati Kopernik XX stoljeća«.

Istraživanja, koja su kasnije pokrenuta, u mnogim su slučajevima potvrdila Einsteinove rezultate.

U astronomiji, u kojoj svemir predstavlja najsavršeniji fizikalni laboratorij, jer se u njemu materija nalazi u najrazličitijim kretanjima, oblicima i stanjima, mogla se provjeriti Einsteinova teorija relativnosti. Iz teorije relativnosti slijedilo je, da je moguće zapaziti kod planeta i zvijezda slijedeće efekte:

1. pomicanje perihela planeta Merkura

2. skretanje zraka svjetlosti kod prolaza uz velike mase (mase zvijezda), i

3. pomicanje spektralnih linija prema crvenom kod velikih masa, a malih promjera, odnosno to pomicanje spektralnih linija će biti veće što je masa veća, a promjer zvijezda manji.

Danas možemo reći, da su sva ova predviđanja Einsteinove teorije relativnosti astronomi potvrdili.

Einstein je postavio i temelje moderne kozmologije. Polazeći od svog shvaćanja prostora, vremena i materije, on dolazi do zaključka da je svemir konačne veličine, zatvorenog prostora, ali bez granica. Iz Einsteinovih jednadžbi svemira moguće je odrediti dimenzije takvog svemira, ali kako ta veličina ovisi o srednjoj gustoći materije u svemiru, a nju je nemoguće s nekom sigurnošću odrediti, to određivanje veličine svemira može biti samo približno.

Iz ovih nekoliko crtica o Einsteinovom radu povodom 100. godišnjice njegovog rođenja, evo i biografskih podataka:

Albert Einstein se rodio 14. III 1879. godine u gradu Ulmu u Njemačkoj. Otac mu je bio trgovac. Odmah po Albertovom rođenju preselili su se u München, gdje je Albert završio osnovnu školu i polazio gimnaziju, ali nije bio dobar đak, pa nije završio maturalni razred. U međuvremenu otac mu se odselio u Milano, a Albert nastavio školu u Švicarskoj u gradu Aarau, gdje je maturirao. U Zürichu se upisao na Politehničku školu na kojoj je studirao matematiku i fiziku. Diplomirao je 1900. godine.

Tek se 1902. godine zaposlio u Švicarskom patentnom uredu u Bernu. Godine 1905. u reviji »Annalen der Physik« objavljena su tri njegova rada. Iste godine je bio promoviran za doktora fizike na sveučilištu u Zürichu, a 1909. postao je profesor na tom sveučilištu. Jedno vrijeme je predavao na sveučilištu u Pragu. Godine 1912. se vratio u Zürich, ali je već slijedeće godine otišao u Berlin, gdje je radio u Pruskoj akademiji znanosti. Od tada objavljuje veći broj radova o teoriji relativnosti. Godine 1922. dobiva Nobelovu nagradu iz fizike za otkriće fotoelektričnog efekta i za radove iz oblasti teorijske fizike.

Poslije prvog svjetskog rata Einstein je boravio u raznim zemljama, a nakon dolaska nacizma na vlast u Njemačkoj, odlazi u Ameriku, gdje je nastavio znanstvenu aktivnost. Umro je 18. IV 1955. godine.

Einstein je bio skroman čovjek i cijelog se svog života borio protiv slave, ali su ga drugi svim mogućim sredstvima popularizirali, stvarajući od njega mit, legendu. Protiv toga se nije mogao boriti, ali je često izjavljivao da bi bio sretan da je anoniman.

Ta njegova borba za anonimnošću najbolje se vidi u odgovoru ženi na njen upit o dojmu prilikom posjeta New Yorku, gdje mu je priređen veličanstven doček: ulice su bile okićene, a u glavnoj ulici, po kojoj se Einstein vozio u automobilu bio je postavljen gigantski poster — portret s naslovom: »Ovo je glasoviti profesor Einstein«. Cvijeće, obojeni papiri, skandiranje ljudi ostavilo je na Einsteinovu ženu snažan utisak, pa se ona okrenula njemu i upitala ga: »Što o svemu ovom misliš, Alberte«, »Ovo je kao u cirkusu«, odgovori mirno Einstein, jer »sigurno bi bilo zabavnije vidjeti slona ili žirafu nego ostarjelog učenjaka«.

I na kraju navedimo samo nekoliko misli čuvenog znanstvenika i humanista:

»Ideali koji su osvjetljavali moj put i davali mi smjelosti i hrabrosti bili su dobročinstvo, ljepota i istina. Bez osjećaja solidarnosti s onima koji su prihvaćali moje mišljenje, bez težnje ka objektivnom u umjetnosti i znanosti, vječito nedostižnom, život bi mi izgledao sasvim prazan«.

»Zašto sam baš ja stvorio teoriju relativnosti? . . . čini mi se da je razlog slijedeći. Normalno odrastao čovjek uopće ne razmišlja o problemu prostora i vremena. Po njegovom mišljenju, on je o tom problemu razmišljao još u djetinjstvu. A ja sam se intelektualno razvijao tako sporo, da su prostor i vrijeme okupirali moje misli kada sam već postao odrastao. . .«

Godine 1914., kad je čovječanstvo srljalo u ratnu katastrofu, o svom pogledu na rat i njemački militarizam, Einstein je napisao slijedeće:

»Duboko prezirem one koji sa zadovoljstvom mogu marširati u stroju uz muziku; tim ljudima je pogrešno dat mozak, za njih bi bila dovoljna samo kičmena moždina. Potrebno je da ta sramota civilizacije nestane. Heroizam po komandi, putevi zaglupljivanja, odvratan duh nacionalizma — kako mrzim sve to. Kako mi odvratno i podlo izgleda rat. Prije bih dozvolio da budem isječen u komade nego da sudjelujem u tako podloj stvari. Usprkos svemu, ja vjerujem u čovječanstvo i uvjeren sam da bi sve te sablasti odavno nestale kada škola i štampa ne bi, u interesu političkog i poslovnog svijeta, iskrivljavali zdrav razum naroda«.

»Prava vrijednost čovjeka sastoji se u tome, u kojoj mjeri je i u kojem smislu smogao da se oslobodi svoga ja«.

dipl. ing. Zlatko Britvić

HOĆEMO LI USKORO VIDJETI POLARNU SVJETLOST?

U našim je krajevima polarna svjetlost rijetka i neobična prirodna pojava. Da je rijetka vidimo po tome što je u posljednjih dvije stotine godina zabilježeno samo dvadesetak takvih slučajeva, a o neobičnosti pojave govore nam opisi očevidaca kako slijedi.

Vrlo je zanimljiv prvi nama dostupni zapis Marijana Lanosovića, franjevca iz Osijeka iz 1770. godine čiji prijevod s latinskoga dajemo ovdje u cijelosti:

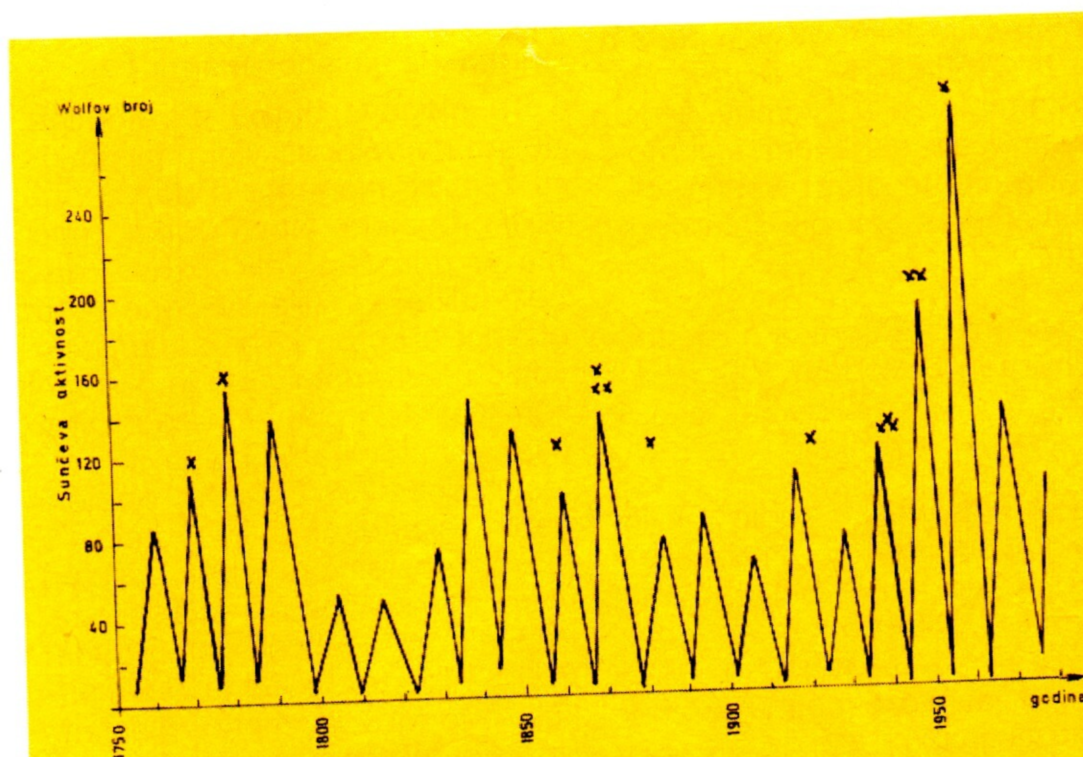
»18. siječnja 1770. Nebeska pojava. Poslije pola sedam navečer nebo je na sjeveru postalo vrlo crveno, i rumenilo se protezalo jednako prema istoku i zapadu, a to je bio znak da izlazi sjeverna zora. Oko sedam sati ovo se crvenilo razvilo u luk, koji se po duljini protezao od repa Velikog Medvjeda, zahvaćao cijelu glavu i tijelo Zmaja i dopirao sve do krila Labuda. Crveno se područje širilo u visini nešto iznad zadnje zvijezde u repu Medvjeda, Benetnaš i završavalo je kod prve. Ovo je bila širina cijelog luka, osim što su neke zrake često i sve češće izbijale prema gore. Njihove bijele pruge počinjale su na horizontu, odakle je očito bio otrgnut (i) cijeli luk. Jedna od ovih bjelkastih pruga, koja se pojavila na mjestu prema kojem stajaše Lira, vrlo se naglo odvojila od ostalog rumenila i proširila se do lakta Cefeja, a dalje od njega nije se protezala ni jedna zraka, nego (samo) jedno vreteno rumenila toliko crveno da je pokrilo cijelog Labuda. Zatim se polje raspalo i uzdiglo se vreteno drugog svjetla pokrivajući Berenikinu Kosu, i raširilo se prema Lavu u isto vrijeme zaklanjajući Pegaza na istoku. Za vrijeme trajanja pojave dva puta se vidjelo da se zora raspala i dva puta se je spojila u oblik dva velika vretena te je jednim vretenom napredovala na istok, a drugim na zapad. Zatim se vratila i spojila u luk, dulji i viši (nego prije), protegnut ništa više prema zapadu nego prema istoku; i tada je od Berenikine Kose bio otisnut jedan snop unutar bijelog i crvenog (svjetla) sve do Oriona. Sve do oko devete ure trajaše zora, a tad je lanac bio slomljen, te zato nije moglo biti obavljeno niti jedno električno opažanje.«

Za ostale četiri pojave polarne svjetlosti iz 18. stoljeća (10. II 1779; 13. II 1779; 15. II 1779. i 19. IX 1779.) u dnevniku franjevačkog samostana iz Osijeka se navodi da su bile slične ovoj upravo opisanoj.

Prema zapisu Karla Dežmana, kustosa i meteorološkog motritelja u Ljubljani, saznajemo da se polarno svjetlo dne 21. travnja 1859. pojavilo u 21,30 sati kao vatreno crveno svjetlo koje se sa sjeverne strane neba dizalo skoro do zenita. Kako se iza 23 sata naoblačilo pojava je nestala. Sjevernoj zori od 3. rujna 1859. prethodilo je, prema izvještaju istog Dežmana, titranje kazaljki na telegrafskom aparatu još u popodnevnim satima, premda se na nebu pojava vidjela tek iza 20 sati. Noćno crvenilo na nebu vidio je tog datuma i meteorološki motritelj u Celju. Karlo Dežman imao je sreću vidjeti polarno svjetlo i 12. listopada 1859. koje je bilo jako lijepo, ali je trajalo samo 12 minuta.

Za polarno svjetlo od 13. svibnja 1869. Grgur Bučić, meteorolog i telegrafist u Hvaru, piše da je bilo slabo i da se vidjelo oko 18 sati i 45 minuta.

U listopadu 1870. vidjelo se polarno svjetlo iz naših krajeva u tri navrata. Te pojave su promatrali brojni opažači iz mnogih mjesta u unutrašnjosti Hrvatske, te s obale i otoka. Zapovjednik utvrde na Visu, Hr. Adr. Morelli, piše da se je pojava dne 24. listopada, vidjela od 18,30 do 20 sati u obliku svijetlih stupaca i zraka uz crvenilo neba i da se je pomicala od



Izlomljenom krivuljom spojene su vrijednosti Wolfovog broja u godinama najveće i najmanje aktivnosti Sunca. Vidi se periodičnost aktivnosti s rasponom od po 11 godina. Križićima su označene pojave polarnog svjetla u našim krajevima.

Kod nas rijetka, a u višim geografskim širinama — česta pojava. Polarno svjetlo (Aurora borealis) snimljeno u listopadu 1977. godine (Michigan, USA).



sjeveroistoka preko sjevera na sjeverozapad. Naredne noći tj. 25. listopada svjetlo je zasjalo neobično veličanstveno i o njemu imamo više zapisa. Akademik Josip Torbar iz Zagreba piše da je oko 19 sati opazio tik iznad Medvednice, a lijevo od Velikog Medvjeda široko zaokružen prostor žarko rumena neba. Vrh ožarenog luka ležao je u magnetskom meridijanu. Jedno krilo luka dopiralo je na zapad sve do Zmijonosca, a drugo na istok do Vlašića. Vrh luka je išao iznad Kasiopeje sve do Cefeja u zenitu. Na luku su se pojavile i zrake, pa Torbar kaže: »Najkrasnije bijahu ovakove tri piramidalne pruge, prelazeće iz krvava crvenila preko različitih posrednih boja natrag u bliedo-žutu«. Pojava je trajala preko tri sata. Sa Hvara je isti fenomen promatrao već spomenuti Grgur Bučić. On kaže da je rasvjeta bila tako jaka da je sve bilješke mogao za vrijeme trajanja pojave praviti na otvorenom prostoru bez napora i poteškoće za vid. I on je vidio žarko crveni luk na kojem su treperile bjelkaste zrake. Pojava je tri put nestajala i opet se razvijala i pomicala se od istoka preko sjevera na zapad. Motritelj Merssi iz Herceg-Novog tvrdi da je te večeri polarno svjetlo bilo u punoj ljepoti. Dva ili tri dana iza toga promatrao je prof. Martin Sekulić iz Karlovca oko 16 sati polarno svjetlo u obliku vijenaca.

Dne 4. veljače 1872. uvaženi Grgur Bučić zabilježio je prekrasnu pojavu sjeverne zore u obliku bijelih oblačića na crvenoj pozadini. Neki oblačići su bili slični kometima. Pojavili su se i bijeli lukovi, a povremeno su se stopili u jedinstveni oblak. Izbijale su također i zrake koje su konvergirale prema jednoj točki. Pojava je trajala od večera do —ponoći, a za to vrijeme su bile smetnje na telegrafskim linijama, a i struja je titrala. Te noći polarno svjetlo se vidjelo i iz Cetinja i iz Skadra.

Upravitelj meteorološkog opservatorija u Zagrebu prof. Ivan Stožir zapisao je za polarno svjetlo od 17. studenoga 1882. da se fenomen pojavio kao svijetli luk na sjeverozapadnom nebu kroz koji su provirivale pojedine zvijezde, a Mjesec je u odsjevu crvene svjetlosti razlijevao mjesečinu u divnom sjaju. Svjetlo je ugaslo nakon pola sata tako da se moglo promatrati samo od 18 do 18,30 sati.

Za polarno svjetlo od 14. na 15. svibnja 1921. postoji bilješka prof. Franje Kosa iz Zagreba. U njoj stoji da je pojava promatrana iza ponoći. Njegovu pažnju je privuklo neobično crvenilo sjevernog neba. Pomislio je da je buknuo jak požar, ali je poslije vidio da je cijelo nebo iznad Medvednice do visine 45° pokrito lepezom crvene boje različitih nijansi od tamne do ružičaste. Svjetlo je probijalo i kroz oblake zaokvirivši ih crvenim rubom.

Godine 1938. vidjela se sjeverna zora dne 25. siječnja po cijeloj Evropi sve do Gibraltara na jugu. Na temelju pedesetak opisa raznih promatrača diljem Hrvatske, prof. Josip Goldberg je pojavu opširno prikazao u časopisu Priroda. Pojava je imala oblik luka sa zrakastom strukturom, a trajala je vrlo dugo i to od večera do iza ponoći. Kroz to vrijeme svjetlo je tri put nestajalo i opet se rasplamsavalo. Crveni žar je zapremao sjeverno nebo od sjeveroistoka do sjeverozapada i dopirao u visinu iznad Velikog Medvjeda. Rumenilo je bilo nježno i prozirno i kroz njega se vidjelo blistanje zvijezda. Kroz rumenilo probijali su srebrnasti i zelenkasti pramenovi kao zrake reflektora koje dolaze negdje ispod horizonta. Boje su se izmjenjivale upravo čarobno. Ožareni luk imao je najprije oblik ogromne draperije, a zatim oblik nagomilanih oblaka rasvijetljenih odozgo. More je — kažu promatrači — davalo izgled velikog bazena užarene lave i izazivalo strah kod ribara i mornara te su ovi veslali i plovili k obali i bježali na kopno.

Za pojave polarne svjetlosti 1940., 1941. i 1947. godine nažalost nismo našli detaljniji opis. Zato ćemo se kratko zadržati još samo na tri posljednje pojave što su se vidjele kod nas. Starija od njih dogodila se 26. siječnja 1949, a opisao ju je prof. Vladimir Glumac iz Zagreba. Pojava se vidjela na sjevernom nebu, a bila je nalik na crveni oblak smješten u meridijanu. U gornjem dijelu ožareni oblak je bio crven s jakim bjelkastim sjajem, a u donjem dijelu je pokazivao tipično crvenilo dušikovih linija. Kroz crvenilo se jasno vidio Alderamin tj. alfa zvijezda u Cefeju. Zrakasta struktura se nije zapažala.

Iz Poreča je dne 28. listopada 1951. promatrao polarno svjetlo na-





čelnik Hidrometeorološke službe prof. Franjo Margetić iz Zagreba. Pojava je trajala samo četvrt sata i to do 20^h 36^m do 20^h 52^m. U opisu stoji da je te večeri bila potpuna tama, zrak bistar, a tisuće zvijezda titrale su jarkim sjajem. Odjednom se pojavilo slabo rumenilo na horizontu upravo ispod Sjevernjače. Rumenilo je pokrilo cijelo zviježđe Velikog Medvjeda, ali se svaka zvijezda jasno isticala i probijala kroz rumenilo i onda, kada je rumenilo bilo najjače. Osvijetljena površina imala je oblik trokuta. Baza trokuta je bila na horizontu, a vrh oko 20° ispod Sjevernjače. Ciglasto crvena boja širila se na obje strane horizonta i to na zapad znatno više nego na istok. Rumenilo je neprekidno mijenjalo jačinu i boje. Pojavljivale su se i zrake poput snopa reflektorskog svjetla. Zrake su se brzo gasile i izbijale na drugom mjestu. Igra svjetla je trajala za cijelo vrijeme pojave. Na veliku žalost pojava je brzo nestajala. Najprije su prestale pruge, a zatim se gasilo i preostalo rumenilo.

Posljednja sjeverna zora vidjela se u našim krajevima prije 22 godine ili točnije 21. siječnja 1957. Dr Dražen Poje meteorolog iz Zagreba, opisao ju je prema motrenjima na brojnim meteorološkim stanicama. Ustanovio je da se pojava vidjela u vedrijem području Hrvatske, Bosne i Srbije i sa viših planina čiji su vrhunci te noći izvirivali iznad niske i kompaktne slojevite naoblake. Fenomen se mogao promatrati u noći od oko 20 sati do 3,25 sati u jutro. Svjetlo je bilo crvene boje u obliku zavjese ispresijecane svijetlim zrakama. Dopirala je u visinu oko 50°. Te noći ustanovljene su znatne smetnje u televizijskim i radio vezama i prijenosu.

Istraživanje Sunčeve aktivnosti pokazuje da se polarno svjetlo javlja u onim godinama kad na Suncu ima više pjega. Kao mjera za aktivnost Sunca neka nam posluži tzv. Wolfov broj. U godinama mirnog Sunca W. broj se kreće između 0 i 10, a u godinama aktivnog Sunca W. broj je velik i 1958. godine, kad je bio maksimum, njegova je vrijednost prelazila iznos od 270. Razmak od mirnog do mirnog Sunca, odnosno od aktivnog do aktivnog Sunca je oko 11 godina, kako se vidi na priloženom crtežu na kojem je prikazana promjena W. broja u zadnjih 200 godina. Križićima su označene pojave polarnog svjetla u našim krajevima. Kako je vidljivo ono se je stvarno pojavilo u godinama s pojačanom aktivnošću Sunca. S obzirom da ova 1979. godina i naredna 1980. pada u doba velike Sunčeve aktivnosti možemo s pravom očekivati pojavu sjeverne zore.

Da bi se vidjelo polarno svjetlo u našim krajevima, moraju biti ispunjeni neki uvjeti. Tako npr.:

— velike pjege na Suncu,

— snažne erupcije ili bljeskovi u blizini velikih pjega,

— povoljni položaj poremećenih predjela Sunca (tj. pjega odnosno bljeskova) s obzirom na Zemlju,

— jaki mlaz Sunčevog vjetra (struja protona i elektrona) upućen prema Zemlji,

— nesmetani prodor Sunčevog vjetra u Zemaljsko magnetsko polje i u visoke slojeve atmosfere te kruženje tih električki nabijenih čestica oko magnetskih polova. Sporije čestice ostaju zarobljene u visinama iznad 1000 km, a brze prodiru kroz atmosferu dok ih ona ne apsorbira. Neke dopiru tako i do 80 km blizu tla. Prilikom prolaza kroz ionosferu elektroni se sudaraju s neutralnim plinovima i predaju im svoju energiju. Atomi plinova dovode se tako u pobuđeno stanje pri čemu, nakon kratkog vremena emitiraju novostečenu energiju u obliku svjetlosti, a to svijetljenje nazivamo polarnim svjetlom. Ako ono nastane po danu tada se ne može opaziti, a ako je po noći onda se može vidjeti uz uvjet da je nebo vedro ili da je vrijeme promjenljivo oblačno. Kako je najveći broj električki nabijenih čestica ušao u ionosferu u blizini polova, to se u visokim geografskim širinama može svijetljenje vidjeti vrlo često (i do 150 puta godišnje). Na sjevernoj hemisferi to se naziva aurora borealis ili sjeverna zora ili sjeverno polarno svjetlo, a na južnoj aurora australis ili južno polarno svjetlo. U nižim geografskim širinama noćno se svijetljenje vidi rijetko, a u tropskim područjima samo iznimno. Takva se pojava ovdje stručno zove aurora tropicalis.

Statistike pokazuju da se polarno svjetlo javlja osobito u mjesecima kad pada proljetni i jesenski ekvinocij. U takvim slučajevima noćno svijetljenje se najčešće vidi odmah s večera. Preko cijele noći pojava nikad ne traje.

Dr. Ivan Penzar,
Geofizički zavod Zagreb

Kakvi se

IGRA N

Kao što je poznato, na 29. kongresu Međunarodne astronautičke federacije koji je u listopadu prošle godine održan u Dubrovniku, puno pažnje bilo je posvećeno i problemu kontaktiranja s vanzemaljskim razumom. I došlo se do zaključka da zasada iz mnogih razloga ne treba slati signale, nego samo »osluškivati«. No i bez obzira na shvaćanja izražena na ovom kongresu većina učenjaka u svijetu upravo i zauzima ovakvo stanovište.

Dakle — »osluškivati«! Ali kakve signale, iz pravca kojih zvijezda, kada?

»Svemirski loto«?

Kad bi ljudi na Zemlji na neki čudesan način saznali podatak da od neke zvijezde (odnosno od nekog njenog planeta) trebaju stići pozivni radio-signali, da bi ih uhvatili i shvatili morali bi saznati čak još šest podataka. Morali bi saznati prvo — frekvenciju tog radio-prijenosa, drugo — modulaciju, treće — pojas frekvencije, četvrto — brzinu prijenosa, peto — kod, šesto — smisao.

To su zapravo šest nepoznanica od kojih svaka sadrži veliki broj rješenja. I kad bismo htjeli samo poredati sve kombinacije varijanti za svih tih šest nepoznanica, trebalo bi nam vrijeme duže od vremena postojanja naše Galaktike!

»Svemirski loto«, ovako postavljen ima, dakle, toliki broj kombinacija da ispunjavati poneke listiće za »zgoditak« ne bi htio ni najveći hazarder, a najmanje učenjak. A k tome trebalo bi još saznati i vrijeme kada će biti »izvlačenje« odnosno kada će pozivni signali stići. I napokon, pošto ne postoji »čudesan« način saznavanja — od čega se u početku ovog izlaganja pošlo — ne bi se još znalo — ni od koje zvijezde treba da stignu signali, odnosno, kakvi su to kutovi, koja je udaljenost...

Znači li to onda da cijela ova »igra« nema nikakvog praktičnog smisla? Ne, ne znači, jer u praksi stvari ipak stoje drukčije.

Prvi »siguran« pogodak

U praksi čitava ta »igra« nalikuje zapravo više na sportsku prognozu, a ne na loto. Tu se, naime, ipak ne radi samo o pogađanju isključivo na-



pozivi iz svemira mogu očekivati i kada?

A SREĆU U SVEMIRU

sumce, nego o »sistematskom« rješenju. Kao što se u sportskoj prognozi obično prvo izdvoje »sigurni« favoriti, a tek se s preostalim parovima kombinira, tako i u ovoj »svemirskoj prognozi« za neke nepoznanice moguće je s priličnom »sigurnošću« predvidjeti rješenja.

To je na prvom mjestu moguće s predviđanjem onog prvog potrebnog podatka — f r e k v e n c i j e p o z i v n i h signala. Sasvim je prirodno da bi svaka civilizacija od neiscrpnog dijapazona elektromagnetskih valova odabrala val dužine između 1 m i 1 mm. Zašto? Zato što bi sve civilizacije u galaktici svakako morale znati da su na valovima dužim od 1 m jaki galaktički šumovi, a na valovima kraćim od 1 mm pojavljuje se već kvantni šum, za čije bi svladavanje bila potrebna posebna energija.

No i taj bi dijapazon 1 m — 1 mm bio još uvijek golem. Međutim, unutar njega postoje frekvencije koje se nečim i z d v a j a j u od drugih pa je sasvim razumljivo i logično da će svaka civilizacija, želeći se naći na vezi s drugom — odabrati upravo takve posebne odnosno najzapaženije frekvencije. To su, naime, spektralne linije koje zrače razni atomi i molekule međuzvjezdanog prostora. A u okviru toga n a j v j e r o j a t n i j i m orijentirima za vezu smatraju se spektralne linije neutralnog vodika (H), a također hidroksida (OH) i vode (H_2O).

Svemir je isti — i za nas i za druge svemirske civilizacije. Svima moraju biti poznati i isti osnovni fizički zakoni, a prema tome svakako i frekvencija vodika.

»Sistemska« rješenja

I za sve druge potrebne podatke odnosno komponente o pozivnim signalima koji mogu doći iz svemira pokušavalo se odrediti na neki način »sigurnu« varijantu, ali to se nije moglo izvesti s takvom pouzdanošću kao s problemom frekvencije. Zato se prišlo takozvanom »sistemskom« rješavanju ovog problema, tj. optimizaciji komponenata u cjelini.

Matematika koja kao i fizika u svojim osnovnim pojmovima mora biti ista za sve civilizacije trebala bi odigrati u tome vodeću ulogu. Pozivni signal mogao bi biti u obliku ničim nemoduliranog, strogo sinusoidnog titranja s takvom frekvencijom, koja kad bi se, recimo, podijelila s frekvencijom zračenja vodika, iznosila bi veličinu π (pi). A to bi značilo da se ne radi o prirodnom, nego o umjetnom zračenju, tj. pozivnom signalu što bi bilo utoliko sigurnije, ukoliko bi više točnih znamenki bilo u rezultatu...

No, razumije se, trebalo bi voditi računa i o frekvencijama koje se dobiju i pri dijeljenju frekvencije vodika sa π, a također i pri množenju i dijeljenju frekvencije vodika s $\sqrt{2}$ (koji bi kao iracionalan broj ukazivao na umjetno odnosno pozivno porijeklo signala), a i tome slično.

»Red vožnje« pozivnih signala iz svemira

A kada bi i od koje zvijezde mogli stizati k nama signali? Sasvim je razumljivo da će svaka civilizacija u našoj Galaktici nastojati i moment slanja poziva vezati uz n a j z a p a ž e n i j e događaje u Galaktici, vidljive svima. Takva sinhronizacija je logična upravo kao i već opisani izbor frekvencije vodika kao najzapaženije.

A koji bi to događaji u našoj Galaktici mogli biti, po kojima bi se svi mogli ravnati? To bi mogle biti gigantske eksplozije uočljive za sve u galaktici. No, ne rendgenske eksplozije, kako to naglašava sovjetski učenjak P. Makovecki, jer atmosfere oko planeta ne propuštaju rendgensko zračenje, nego upravo vidljive svjetlosne eksplozije koje sigurno ni u jednoj civilizaciji ne bi bile nezamijećene. A to bi onda bile eksplozije s u p e r n o v i h ili n o v i h zvijezda od kojih se prve mogu zapaziti u cijeloj Galaktici, a druge u njenom znatnom dijelu.

Polazeći od pretpostavke da je vjerojatna sinhronizacija pozivnih signala upravo s tim galaktičkim događajima, može se načiniti čitav hipotetički »red vožnje« poziva iz svemira.

Kad se, naime, na Zemlji zapazi eksplozija nove, znat će se koliko je ona udaljena od nas, a svakako može se izračunati i koliko je udaljena od pojedinih zvijezda na određenom području galaktike. I naravno, civilizacije iz okoline onih zvijezda koje bi bile bliže eksploziji nove, saznale bi za taj događaj prije od nas, a one koje bi bile dalje — kasnije. A sada — uz pretpostavku da će te civilizacije (hipotetične) sinhronizirati slanje svojih poziva u svemir s vremenom kada saznaju za eksploziju nove zvijezde — možemo načiniti i vrlo precizan »red vožnje« tih eventualnih poziva.

Zapravo bio bi to popis datuma stizanja poziva k nama od civilizacija kraj svake određene zvijezde (ukoliko bi, naravno — ponavljamo — te civilizacije tamo postojale i zaista uputile pozivne signale u svemir sinhronizirano s eksplozijom nove. (I upravo bi s tim »redom vožnje« pri »osluškivanju« i trebalo računati.*)

No, kako je poznato, ponekad zakaže i ovozemaljski i sasvim konkretni red vožnje vlakova. A što bi tek onda mogli očekivati od ovog sasvim hipotetičnog svemirskog »reda vožnje« pozivnih signala? Pa ipak, kao što ističe već spomenuti učenjak P. Makovecki, kad bi barem svaka deseta svemirska civilizacija vremenski vezala svoje pozivne signale uz gigantske eksplozije u Galaktici, vjerojatnost kontakta prema takvom »redu vožnje« bila bi s t o t i n e p u t a veća nego bez njega.

No, u osnovi ipak to sve zasada ostaje igra na sreću u svemiru...

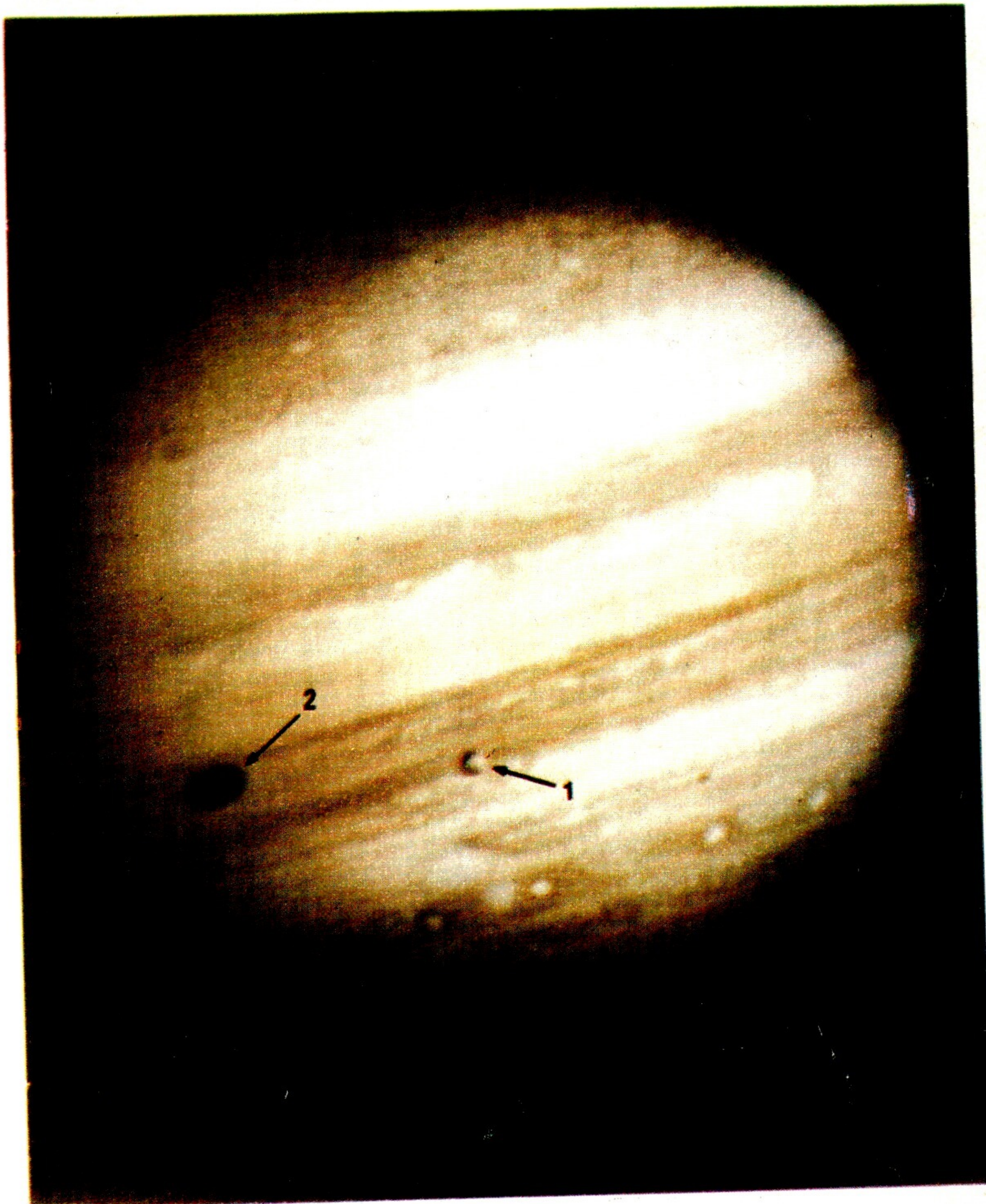
***) Na primjer, sa Zemlje je 29. kolovoza 1975. godine zapažena eksplozija nove zvijezde (u zviježđu Labuda) udaljene od nas oko 5.000 svjetlosnih godina. Izračunato je da bi s tom eksplozijom sinhronizirani pozivni signali, recimo, od hipotetične civilizacije uz zvijezdu Altair, udaljene od nas 16,5 svjetlosnih godina, stigli k nama 25. kolovoza 1979. godine. A od Alfa Centauri stigli bi tek 25. prosinca 1982. godine, jer iako je ona udaljena od nas »samo« 4,39 svjetlosnih godina, nalazi se »iza nas« u odnosu na novu u zviježđu Labuda. (Treba uzeti u obzir i moguće greške u procjeni datuma — u ovom slučaju, na primjer, do 25 dana). I tako se može napraviti »red vožnje« stizanja eventualnih poziva od stotine tisuća zvijezda godišnje.**

Lj. IZVORIĆ



DO JUPITRA I DALJE...

Prve fotografije međuplanetarne sonde Voyager — 1



JUPITER, najveći planet Sunčevog sistema snimljen s udaljenosti od »svega« 46 milijuna kilometara!

Osim novih značajnih detalja guste Jupitrove atmosfere, na slici vidimo i jednog od brojnih Jupitrovih satelita — Io, kako se jasno ocrtava na ogromnom disku matičnog planeta (1). Međutim, sjena (2), koja se vidi na Jupitrovoj površini, ne potječe od ovog satelita, nego vjerojatno od — Ganimeda, koji je volumenom veći od planeta Merkura. (Upravo prispjelu fotografiju satelita Io, donosimo na pretposljednjoj strani).

Dne, 5. ožujka (marta) ove godine planet Jupiter dobio je još jedan posjet sa Zemlje. Poslije 19 mjeseci leta kroz svemirska prostranstva, uključujući ovdje i prolaz kroz tzv. asteroidni pojas, toga dana stigla je do Jupitra američka svemirska sonda Voyager-1. Ona je projurila 280.000 kilometara iznad Jupitrovih oblaka. To je doduše veća daljina od one na kojoj su prošla pored tog planeta dva prethodnika — Pioneer-10 i Pioneer-11. Međutim, putanja Voyagera-1 planirana je na takvoj udaljenosti kako bi letjelicu mogla dovesti u susret drugom divovskom planetu — Saturnu.

Ovaj treći susret automatiziranog izaslanika Zemlje s planetom Jupitrom, planetom koji je pet puta udaljeniji od Sunca nego Zemlja, pružit će znanstvenicima mnogo više informacija nego prijašnja dva susreta. Naime, Voyager je znatno savršeniji i bolje opremljen od spomenutih sondi iz serije »Pioneer«. Nadajmo se da će svoje zadatke Voyager uspješno obaviti, tim prije što je još u prosincu prošle godine znanstvena aparatura na letjelici pripremljena za rad, nakon 16 mjeseci leta kroz hladni i bezzračni prostor svemira. Do tada je letjelica već bila prevalila preko 900 milijuna kilometara. Svi uređaji i instrumenti na sondi besprijekorno su funkcionirali.

Svoje prve fotografije Jupitra Voyager je snimio u prosincu 1978. sa udaljenosti od preko 50 milijuna kilometara. U to vrijeme on je od Zemlje bio udaljen preko pola milijarde kilometara. Spomenute fotografije zadivljuju svojom kvalitetom s obzirom da su snimljene s ogromne udaljenosti, što pokazuje koliko su snažni teleobjektivi TV-kamera na letjelici. Zato svi s velikim zanimanjem očekujemo fotografije snimljene iz bliza, jer će one mnogo detaljnije prikazati atmosferu ovog planeta, koju ćemo vidjeti kako je nismo vidjeli nikad do sada.

Druga sonda istog tipa — Voyager-2, koja je također na putu prema istom cilju, proći će pored Jupitra 9. srpnja ove godine.

Evo i najnovijih vijesti: 17. siječnja Voyager-1 snimio je Jupiter zajedno sa dva od njegovih mnogobrojnih satelita. To su Ganimed i Evropa. Treba reći da se na fotografijama vidi da je Evropa neobično sjajan mjesec (inače je malo manji od našeg Mjeseca). Na njemu se može uočiti tamni ekvatorijalni pojas. Najvjerojatnije je njegovo stjenovito tlo — prekriveno ledom. Za Ganimed, koji je volumenom veći od Merkura, također se vjeruje da je stjenovit i pokriven ledom. Spomenute fotografije načinjene su sa udaljenosti od oko 20 milijuna kilometara.

Ante Radonić,
suradnik Zvjezdarnice

Upravo prije zaključenja lista prispjele su i prve fotografije Jupitra. Jednu od njih objavljujemo na gornjoj slici, a ostale, snimljene s još veće blizine, objavit ćemo, nadamo se u slijedećem broju našeg časopisa (Red.)



ZVJEZDANOM EKSPLOZIJOM DO SUNCA I PLANETA

Jednom u prosjeku svakih tridesetak godina u našem se zvjezdanom sistemu koji broji stotinjak milijardi zvijezda dogodi nešto neobično. Spektakularno. Spektakularno čak i za astronome koji su navikli da od pojava u svijetu zvijezda ne prave senzacije, jer one ionako nisu ničim usporedive u našoj svakodnevnici na malenom planetu Zemlji.

Jednom u prosjeku svakih tridesetak godina negdje u dalekim dubinama našeg zvjezdanog otoka, tako dalekim da se gledano sa Zemlje ništa posebno na nebu ni ne zamjećuje, jedna se dotad neugledna, nepoznata i ni po čemu važna zvijezda, čak jedna od onih bezbroja anonimnih nigdje ubilježenih točkica ili nikad razlučena, neidentificirana zvijezdica u magličastim grozdovima što sadrže tisuće i milijune zvijezda — pretvara u nuklearnog monstruma.

Nadme se, rikne iz svojih energetskih dubina, bljesne, zasja poput stotina milijuna, milijardi sunaca. Mirna se zvijezda pretvori u kozmičku bombu, u plamen eksplozije.

Astronomi kažu: pojavila se supernova.

Jednom u prosjeku svakih tridesetak godina, jedna od sto milijardi zvijezda javi se nijemim tutnjem koji bi — da u svemiru ima zraka — potresao cijelu galaktiku jer se u jednoj sekundi oslobodi u toj zvijezdi energija koliko Sunce proizvodi kroz desetak godina ukupno.

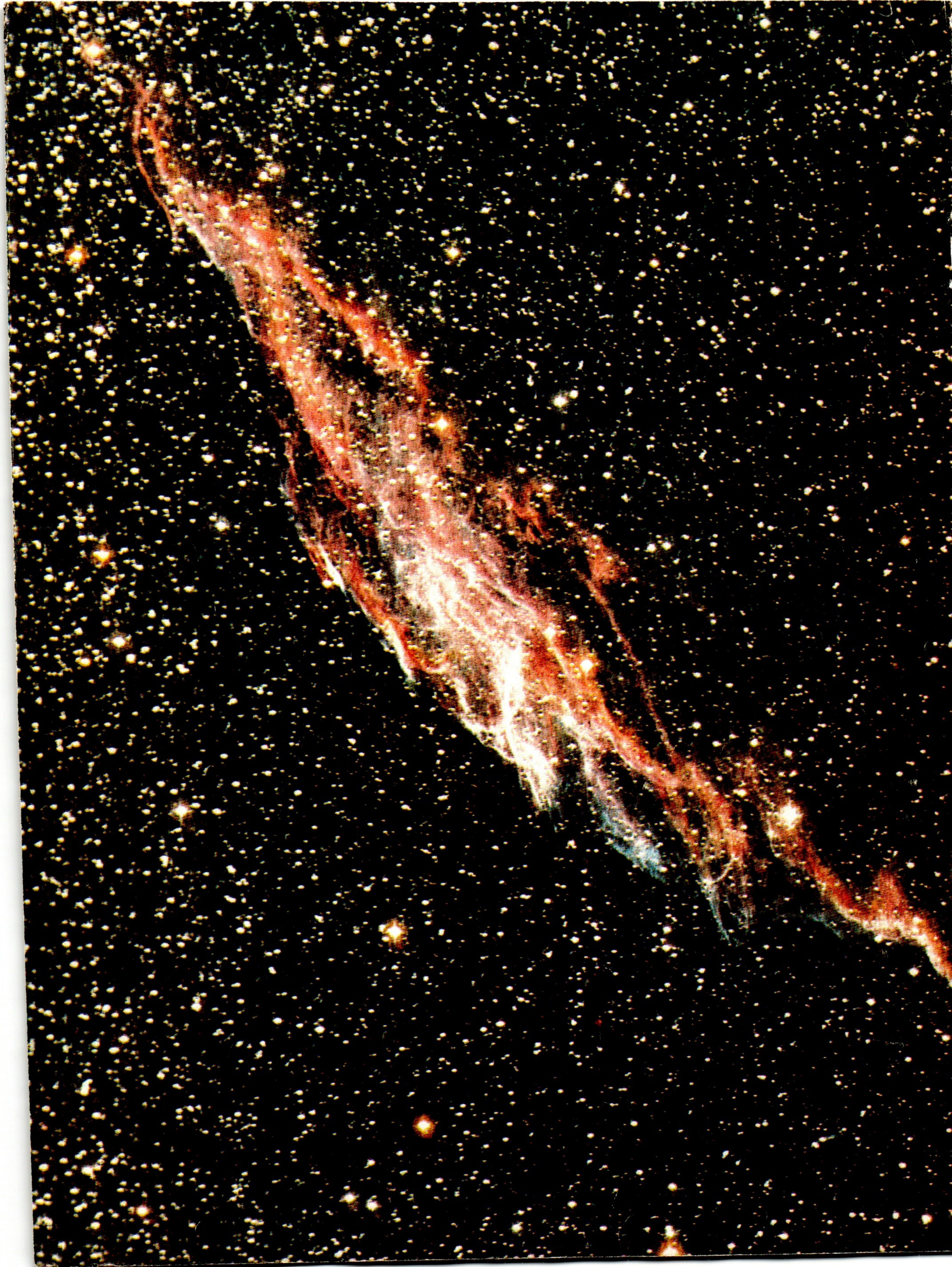
Kad se u supernovu pretvori neka nama bliža zvijezda tada se ona zapazi na nebu već golim okom na mjestu gdje ranije »nije bilo« zvijezde. Kao da je rođena »nova« zvijezda (latinski se »nova« također kaže »nova« — nova zvijezda »stella nova«). Zbog toga se u astronomiji još i danas zadržao za sve zvijezde koje eksplodiraju naziv »nova« premda mi danas, dakako, znamo da to nisu nikakve novorođene zvijezde. A supernove, to su nove posebno snažne, nešto »super« među običnim novim zvijezdama. Dok ove potonje povećaju u trenutku eksplozije sjaj za »samo« 1000 do 1.000,000 puta, supernove su tisuće puta sjajnije i od tih nova, samih po sebi već dovoljno gigantskih eksplozija u svemiru.

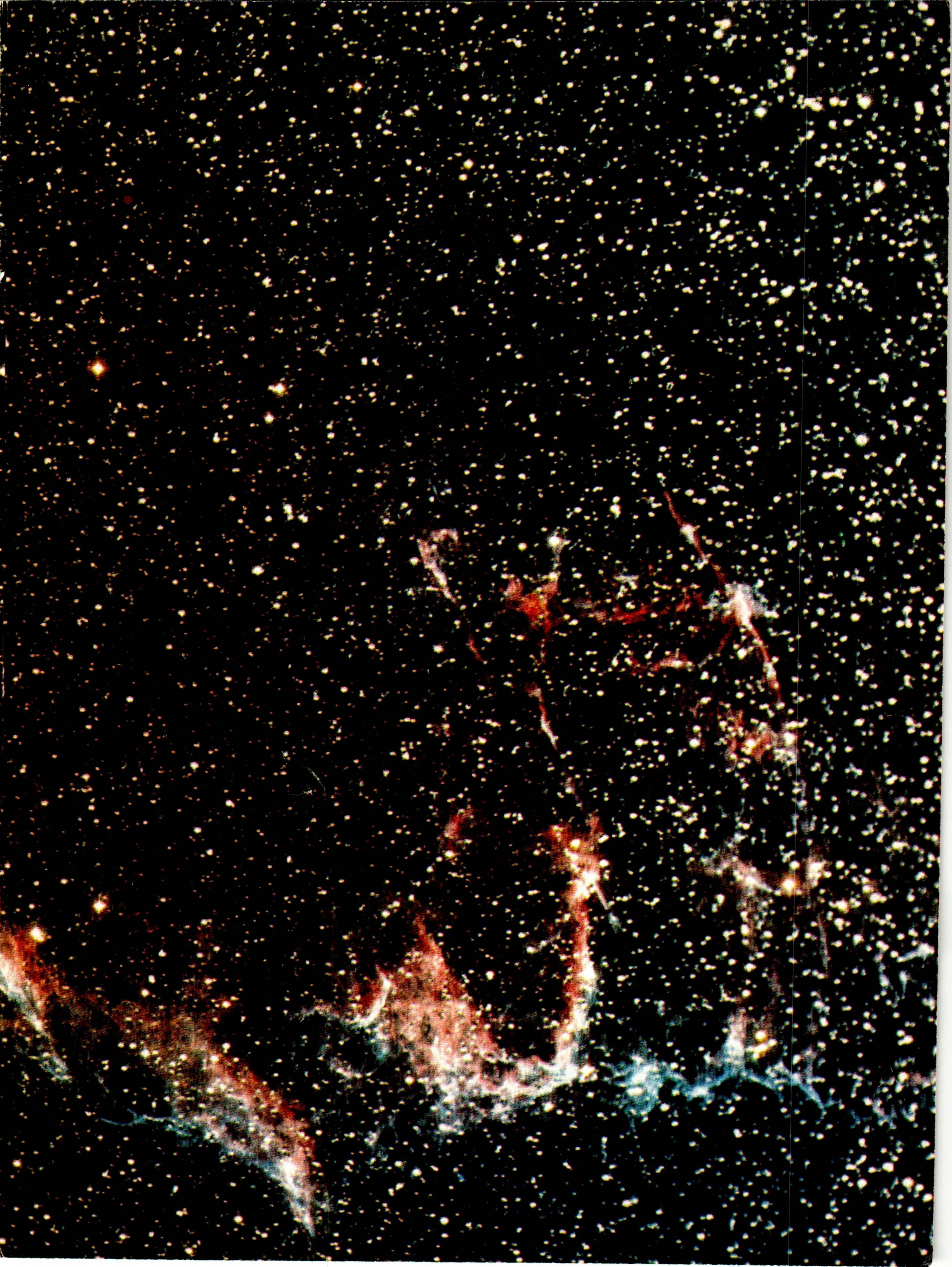
Dosad je u pisanoj povijesti zabilježeno svega tri supernovih. Jednu su godine 1054. promatrali kineski astronomi (ostatak nje je Krab maglica s prve strane našeg časopisa), jednu je godine 1572. zamijetio u zviježđu Kasiopeja astronom Tyho Brahe i zabilježio da je bila sjajna poput Venere, a Kepler je 1604. godine opisao jednu supernovu u zviježđu Nosač zmije, sjajnu kao planet Jupiter.

Krab maglica udaljena je od nas 4000 godina svjetlosti pa ipak je, prema starim kineskim analima, godine 1054. supernova bila tokom tri tjedna toliko sjajna da se vidjela kao zvijezda cijelog dana. Ni Sunce nije moglo plavom bojom neba izbrisati bljesak što je snagom gigantskog svjetionika signalizirao o kataklizmičkom preobražaju jedne zvijezde. Da je ta supernova bliže Zemlji, recimo da se nalazi oko 40 godina svjetlosti udaljena od nas (a to je udaljenost na kojoj zvijezda veličine Sunca jedva da se još vidi prostim okom), zasjala bi bila kao 250 punih Mjeseci (uštapa). No, nema velike šanse da se takvo što dogodi još za našeg života, a ni života naše djece ni njihove djece, jer su supernove tako rijetke pojave da moramo čekati oko milijardu godina da se jedna pojavi u neposrednom susjedstvu našeg Sunca odnosno nas.



Fotografija u boji na slijedeće dvije stranice prikazuje Cirus maglicu u Labudu — ostatak neke davne eksplozije zvijezde. Šireći se prostorom brzinama od stotina i tisuća kilometara u sekundi, ovakvi oblaci međuzvjezdanog plina i krutih zrnaca neke supernove mogli su, prema novijim teorijama, sudjelovati i pri stvaranju našeg planetarnog sistema. Analize sastava meteorita ukazuju na to da su Sunce i planeti nastali iz protosolarnog oblaka zbog djelovanja eksplozije obližnje zvijezde. . .







No, — reći će mnogi od čitatelja — u odnosu na jedan ljudski vijek milijarda godina jest neshvatljivo dugo razdoblje, to je točno, ali naš planet Zemlja zajedno sa cijelim Sunčevim sustavom i nije baš od jučer, prošlo je već oko 5 milijardi godina od njegova nastanka pa mora da je kroz to vrijeme, to dugo vrijeme, poneka supernova, a i više njih, iz susjedstva pokucala na one davne eone Zemljine povijesti šarajući prostorom svojim prodornim kozmičkim zračenjem i eruptivnim plinovima što se iz eksplozije supernove šire na sve strane. Možda su, smatraju neki, supernove bile i jedan od pokretača evolucionog mehanizma života na Zemlji, jer je pojačano kozmičko zračenje izazivalo mnogobrojne genetske mutacije. Ti energetski impulsi su kao neka povremena blagorodna kiša natapali, prožimali Zemlju obasjavanu stalno Suncem i tako dajući jake šokove živoj prirodi potpomogli tempu evolucije.

Ili je možda čak neka od davnih supernova direktno uplela svoje prste i u sam čin stvaranja našeg planetarnog sistema!?

Naučna fantastika? Nipošto. Rezulati najnovijih analiza sastava nekih meteorita govore u prilog hipotezi da je naš planetarni sistem, dakle Sunce i svi planeti uključivši i Zemlju, nastao zahvaljujući djelovanju jedne supernove što je eksplodirala na udaljenosti od oko 60 godina svjetlosti od prostosolarnog oblaka, jedne nakupine interstelarnog plina i prašine koja se upravo **zbog udarnog vala eksplozije supernove zgusnula zatim u Sunce i planete.**

Ideja da bi eksplozija obližnje zvijezde mogla biti »krivcem« što uopće postojimo, nabačena je istina već pred 30 godina i posebno su je razmatrali Fred Hoyle i E. J. Öpik. Nešto kasnije je P. Woodward s Kalifornijskog sveučilišta izračunao da bi ekspandirajući udarni val supernove doista mogao imati dovoljnu kompresionu snagu da interstelarni oblak sabije u zvijezdu odnosno, točnije, u gušći oblak.

Problem je naime svih teorija o postanku Sunca iz interstelarnog plinovitog oblaka da se takav oblak ne može lako zgusnuti na manji volumen samo djelovanjem vlastite gravitacije bez nekog vanjskog poticaja. Treba mu pomoć izvana, jednostavno rečeno.

I — evo je. Supernova! Jedna se ostarjela zvijezda čija je jezgra potrošila sve unutarnje rezerve nuklearne energije (lake elemente), našla na prekretnici svog života. Za njen život, mjeren inače milijunima i milijardama godina, sada su odjednom važne sekunde. Kolaps jezgre oslobađa naglo velike količine energije, a u vanjskim slojevima gdje još ima svježeg goriva vodika započinje zatim nagla fuzija slična onoj u hidrogenskoj bombi. Proizvodnja energije naraste na milijune puta i pritisak energije zračenja naprosto odbaci poput eksplozije vanjske slojeve zvijezde. Brzinom od tisuća kilometara u sekundi ti se odbačeni plinovi šire prostorom poput divovskog plimnog vala koji, evo, nailazi na oblak interstelarnog plina i prašine... Čestice prašine prodiru poput šrapnela u njega, a plin supernove obavija naš oblak sa svih strana i sabija ga na veću gustoću. Kad uragan prođe, započet posao stezanja, kontrakcije, nastavlja gravitacija unutar oblaka sada već dovoljno gustog da se iz te prastelarne kaše zakuha jedno centralno zgušnjenje koje će pri dovoljnoj gustoći započeti svoj vlastiti termonuklearni ciklus proizvodnje energije. Nastaje zvijezda. Sunce. A uz njega i sitna neznatna zgušnjenja — planeti.

Predaleko bi nas odvelo tumačenje, kako se to iz sastava meteorita vidi što se dogodilo prije 4,7 milijardi godina, u vrijeme prije nastanka odnosno za vrijeme nastanka Sunčevog sistema. Bit će ovom prilikom dovoljno spomenuti da je u nekim meteoritima, tzv. ugljikovim hondritima, ustanovljena u posljednje vrijeme određena neobičnost u omjeru nekih izotopa; anomalija koja se tumači na taj način da je jedan dio tih izotopa nastao zbog toga jer se u prvobitni izvorni oblak plina umiješala materija iz ostataka supernove donoseći sa sobom i te izotope. Na primjer, omjer magnezijeva izotopa 26 prema izotopu 24 u tim meteoritima nešto je veći nego što je normalan omjer tih magnezijevih izotopa u mineralima sa Zemlje ili Mjeseca. Višak magnezijeva izotopa 26 potječe naime iz aluminija 26 koji je radioaktivan (s kratkim vremenom poluraspada) pa se raspao odnosno pretvorio u ovaj magnezij 26 nađen u meteoritima. A aluminij 26 nastao je od one supernove...

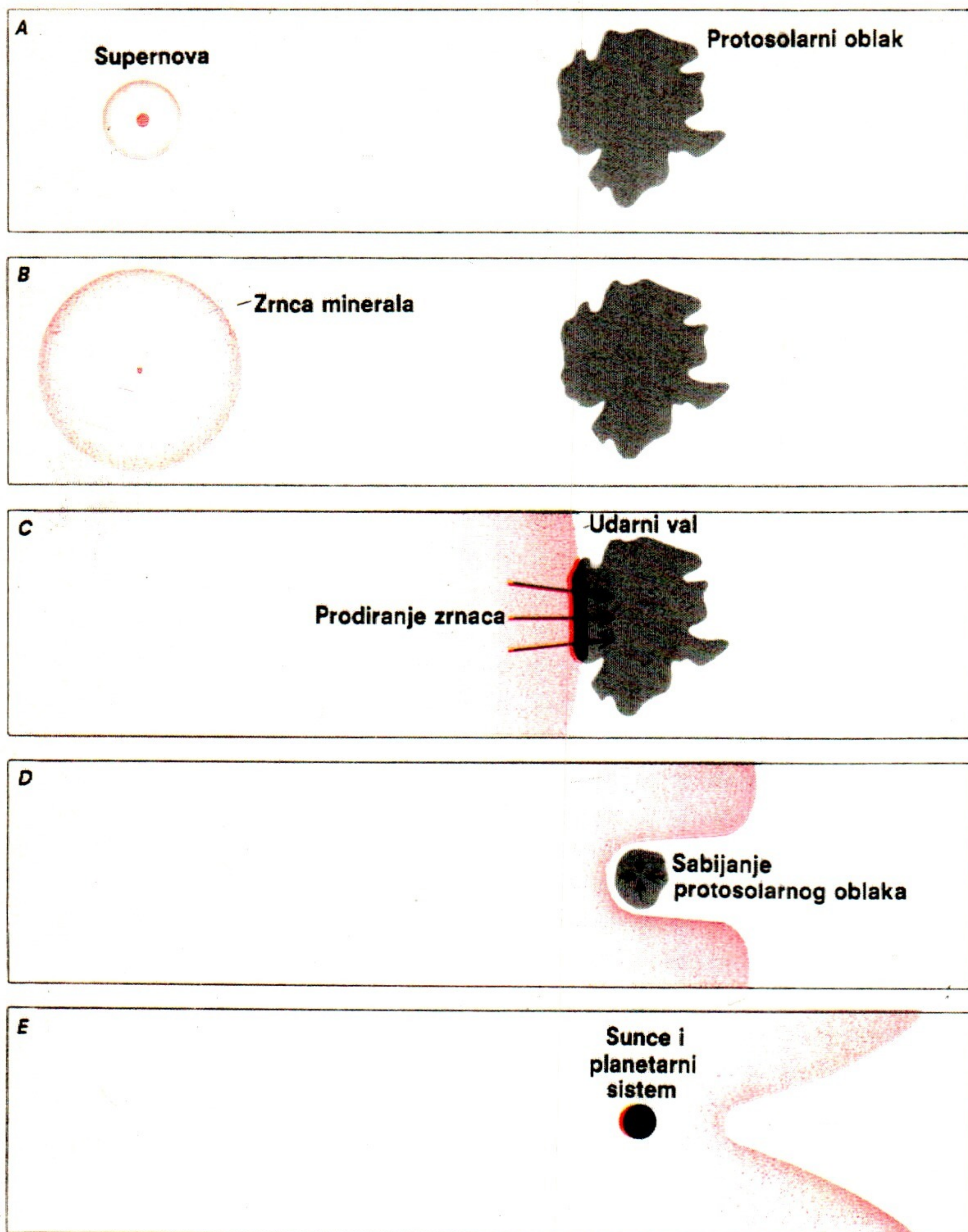
I doista, nedavno su W. Herbst i G. E. Assousa s vašingtonskog Carnegie instituta pružili fotografske dokaze da se u nekim područjima naše Galaktike nalaze u sudaru — ostaci eksplozija supernovih s interstelarnim plinom i prašinom, a tamo su ujedno i koncentracije mladih sjajnih zvijezda. Zvjezdano leglo uz kvočke — supernove.

Jesmo li doista stvoreni kao planetarni sistem zahvaljujući jednoj stelarnoj kataklizmi? Sigur-



PROSLAVA 75. OBLJETNICE ŽIVOTA SOVJETSKOG ASTRONOMA B. A. VORONCOVA-VELJAMINOVA

14. veljače ove godine proslavljena je na Zvjezdarnici u Zagrebu 75. obljetnica života i 55. obljetnica znanstvenog, pedagoškog, javnog i književnog rada dopisnog člana Akademije pedagoških znanosti SSSR-a, profesora doktora Borisa Aleksandroviča VORONCOVA-VELJAMINOVA. Proslavu je otvorio direktor Zvjezdarnice dipl. ing. Zlatko Britvić i pročitao pozdravno pismo slavljenika. Zatim je suradnik Zvjezdarnice Goran Ivanišević, govorio o životu i djelu B. A. VORONCOVA-VELJAMINOVA. Nakon predavanja otvorena je izložba posvećena slavljeniku. Uz stručno vodstvo autora izložbe, Gorana Ivaniševića, prisutni su sa zanimanjem razgledali oko stotinjak izložaka.



Udarni val obližnje eksplozije supernove mogao je donijeti sa sobom snagu potrebnu za pretvorbu difuznog oblaka plina i prašine u Sunce i sistem planeta. Prvo, oblak materije izbačen iz supernove mora da je bio plinovit (a), ali razložno je pretpostaviti da su se vrlo rano kondenzirala u njemu zrnca sastavljena od tvrdih minerala (b).

Kad su se ostaci ekspandirajuće supernove sudarili s protosolarnim oblakom (c), neka su zrnca kao šrapneli prodrla u oblak, donoseći sa sobom izotope sada nađene u meteoritima. Plin supernove je istodobno sa svih strana opkolio protosolarni oblak sabijajući ga (d) sve dok ovaj nije dosegnuo kritičnu gustoću i kolapsirao pod silom vlastite gravitacije, formirajući novu zvijezdu — Sunce (e).

no je međutim jedno: buduća istraživanja i otkrića pružit će nam nova i nova znanja o uzbuđujućem događanju u svijetu zvijezda i svemirskog prostora, o međusobnim odnosima između raznih oblika materije u prostoru i fizikalnim procesima koji upravljaju njome. U kruženju materije svemirom atomi od kojih smo građeni već su bili u unutrašnjosti neke zvijezde — supernove, i možda će se opet jednom vratiti u novi ciklus, u novu eksploziju, razasuti po prostoru u budućim nekim vremenima kojih dubine ne možemo danas sagledati.

dipl. ing. Damir Mikuličić
suradnik Zvjezdarnice

O NEKIM SVEMIRSKIM UTJECAJIMA NA NAŠ PLANET

KOZMIČKA PRAŠINA OTEŽAVA ZEMLJU

Prema proračunima učenjaka, na Zemlju godišnje pada 40.000 tona kozmičke prašine. Jedan dio te prašine ponovo se vraća u svemirski prostor, ali Zemljina se masa zbog tih neprekidnih svemirskih padalina ipak stalno povećava. Za posljednjih 500 milijuna godina masa našeg planeta povećala se za 0,001 posto.

UTJECAJ MJESECA NA GOLFSKU STRUJU

Kako pokazuju novija naučna istraživanja, Mjesec znatno utječe na Golfsku struju, najsnažniju u Atlantskom oceanu. Utvrđeno je da maksimalna brzina te struje u toku 24 sata uvijek pada u isto vrijeme — tri sata nakon kulminacije Mjesečeve plime na području Golfske struje.

SUNČEVA AKTIVNOST I ŠTETNI INSEKTI

Stručnjaci Ukrajinskog znanstveno-istraživačkog instituta za bilje, selekciju i genetiku, prije izvjesnog vremena otkrili su direktnu vezu između ritma Sunčeve aktivnosti i širenja insekata u toku jedne godine. To su otkrili uspoređujući statističke podatke o dinamici razmnožavanja jedne od najraširenijih vrsta insekata s podacima o intenzitetu Sunčeve radijacije u proteklih 100 godina. Na osnovu toga načinjena je i prognoza o količini štetnih insekata u narednih 15 godina, što omogućava pravovremeno poduzimanje zaštitnih mjera.

O ČEMU OVISI KLIMA NA ZEMLJI

Već su prije nekoliko godina čehoslovački genetičari u suradnji s američkim, utvrdili neobičnu podudarnost u promjenama klime i magnetskog polja Zemlje. Učenjaci su koristili iscrpne i svestrane podatke iz perioda od 45 godina. I pokazalo se, da je u sjevernoj Zemljinoj hemisferi magnetsko polje jačalo, a istovremeno rasla je i prosječna godišnja temperatura. U južnoj hemisferi i Sjevernoj Americi bilo je obrnuto: magnetsko polje je slabilo, a prosječna godišnja temperatura je padala. Te promjene su vrlo male, ali ipak zanimljive tim prije što se i uz neke druge metode proučavanja pokazalo da promjene klime i magnetskog polja idu uporedo već najmanje pola milijuna godina.

Da li, prema tome, klima ovisi i o magnetskom polju Zemlje? Premda bi, prema gornjim činjenicama, to moglo izgledati nedvojbeno, ipak je moguće da tu uopće ne postoji direktna veza, nego da i Zemljina klima i Zemljino magnetsko polje sasvim neovisno jedno o drugom reagiraju na promjene aktivnosti Sunca.

M. M.

AKTUALNO: USPJEŠAN DESANT NA JUTARNJU ZVIJEZDU

CILJ: VENERA

U toku posljednjeg mjeseca 1978. g. američki i sovjetski stručnjaci za svemir imali su pune ruke posla oko prijema informacija sa prave eskadrile svemirskih sondi koje su dostigle nama susjedni planet.

Prva je 4. prosinca (decembra) do cilja stigla američka letjelica »Pioneer Venus — 1« (lansirana 20. 05. 1978.). Njena putanja vodila ju je svega 400 km od površine Venere. U tom momentu aktiviran je raketni motor pomoću kojeg je letjelica smanjila svoju brzinu i ostala »zarobljena« u gravitacijskom polju Venere, ušavši u eliptičnu orbitu oko nje. Najmanja visina te orbite iznosi samo 200 km, a najviša oko 60.000 km. Jedan krug po toj orbiti traje 24 sata. Utroškom goriva za kočenje, masa letjelice (zvane još i »Orbiter«) pala je sa 600 kg na 372 kg. Od toga, 48 kg otpada na znanstvene instrumente. Nekoliko sati poslije ulaska u orbitu, instrumenti su započeli s radom. Ovo je inače, dosad treći umjetni Venerin satelit (poslije dva sovjetska 1975. g.).

Od instrumenata letjelice, posebno je značajan radar za snimanje radarske mape ovog planeta čija je površina dosta neravna, pa ćemo tako dobiti pravi uvid u reljef Venere. (Već su radarska istraživanja sa Zemlje otkrila velike kratere na tom planetu). Interesantno je da je u prvom pokušaju takvog snimanja antena radara bila okrenuta prema vanjskom svemiru umjesto prema planetu, zato što operatori u kontrolnom centru greškom nisu pritisnuli pravo dugme. Budući da će se ovo snimanje odvijati u toku 243 dana (zemaljska) tj. koliko iznosi jedno okretanje Venere oko njene osi, bit će proučen veliki dio njene površine, što omogućuje i velik kut između orbitalne ravnine letjelice i Venerinog ekvatora, koji iznosi 75 stupnjeva.

Ulazak u Venerine oblake

Druga američka letjelica »Pioneer Venus — 2« (lansirana 8. 8. 1978. g.), leteći kraćom putanjom, do svog cilja stigla je samo pet dana poslije »Orbitera«. Ova letjelica, teška blizu 800 kilograma, promjera dva i pol metra, sastojala se od matičnog dijela zvanog »Bus« i četiri sonde. Za vrijeme leta od Zemlje do Venere letjelica je bila stabilizirana tako što se vrtjela oko svoje uzdužne osi a ova je imala položaj okomit na ravninu ekliptike. Sunčeve baterije, smještene na obodu tijela letjelice, tako su se stalno okretale prema Suncu. (Takav je sistem upotrebe solarnih baterija i kod prve sonde).

Još 15. 11. 1978. g. od »Busa« se odvojila najveća sonda, teška blizu 300 kilograma i promjera jedan i pol metar. Četiri dana kasnije odvojene su i tri male sonde, svaka promjera 70 centimetara i mase od po stotinjak kilograma. Svaka je nosila 8 kg instrumenata dok je velika sonda bila znatno bolje opremljena. Prilikom ulaska u atmosferu brzinom od preko 11 kilometara u sekundi, od strahovitog »udara« u gušće slojeve atmosfere, usporavanje tj. deceleracija je u jednom trenutku dostigla veličinu od 565 »g« (g = 9,81 m^2/s^2) odnosno za toliko puta je letjelica bila teža u jednom trenutku. Male sonde su jedan sat padale do površine i za to vrijeme su obavljale mjerenja parametara Venerine atmosfere, a podatke o tome neposredno su emitirale prijemnim stanicama na Zemlji. Velika sonda je imala padobran koji je aktiviran na visini od 67 kilometara (nakon što je otpor atmosfere smanjio najveći dio »kozmičke« brzine letjelice). Padobran je korišten samo 9 minuta i s visine od oko 40 km slobodno je sonda padala do površine. Naime, ovakav način spuštanja primijenjen je zato da bi sonda istražila, oblačni omotač Venere, a zatim što brže stigla do površine planeta, prije nego što se sama pregrije u vrućoj Venerinoj atmosferi, u kojoj temperatura brzo raste približavanjem samoj površini. S obzirom na veliku gustoću Venerine atmosfere, udar spomenute sonde o površinu uslijedio je brzinom ne većom od deset metara u sekundi. Iako u načelu nije bilo planirano da sonda nastavi s radom i poslije dolaska na površinu, ta mogućnost je postojala i — ostvarena je! Sonda je emitirala podatke još oko jedan sat poslije spuštanja na vruću Venerinu površinu.

Podaci koji su stigli sa sondi, mnogobrojni su i dragocjeni, te znanstvenici imaju dosta posla pri njihovoj analizi. Već prvi rezultati govore da u atmosferi Venere ima oko stotinu puta više inertnog plina argona — 36 nego u atmosferi Zemlje i oko tisuću puta više nego u atmosferi Marsa. Taj podatak ima izuzetno značenje zbog toga, što je povezan sa dalekom poviješću Venere. Naime, znanost nam kaže da se inertni plin argon — 36 nikada više ne stvara poslije formiranja nekog planeta. Sadržaj spomenutog plina u atmosferi Venere navodi znanstvenike na pomisao o drukčijem nastanku Venere od Zemlje.

Vruća »dobrodošlica« na Veneri

Poslije 98 dana leta kroz međuplanetarni prostor, sovjetska međuplanetarna stanica »Venera-12«, dne 21. 12. 1978. g. dostigla je blizinu Venere. Još dva dana ranije od nje se odvojio aparat za spuštanje poslije čega je matična stanica uz pomoć motora prešla na putanju koja ju je provela 35.000 km daleko od Venerine površine da bi zatim nastavila let u međuplanetarnom prostoru, kao satelit Sunca.

Prilikom ulaska u atmosferu, aparat za spuštanje pretrpio je usporenje od 170 »g«. Bio je to, naravno, jedan od kritičnih momenata. Ali, znanstvenici su na Zemlji obavili eksperimente s kopijom sletajućeg aparata koji je desetke puta isproban na centrifugi, gdje su opterećenja dostizala i po 300 »g«.

Takvi su paradoksi kozmonautike — potrebni su osjetljivi pribori, minijaturni, sa složenom elektronikom, a istovremeno, ti nježni uređaji moraju izdržati ogromna opterećenja.

Poslije aerodinamičkog kočenja u atmosferi aktiviran je padobranski sistem i odbačene su »kriške« zaštitnog omotača koji je aparatu davao sferni oblik. Na visini od 62 km instrumenti sletajućeg aparata započeli su svoja mjerenja sastava atmosfere, njene gustoće i temperature, pritiska, te istraživanja čestica u oblacima. Oblačni sloj nalazi se na visini između 49 i 70 km. Na gornjoj granici oblaka pritisak je iznosio 0,05 atmosfera, a temperatura 30 stupnjeva ispod nule. Međutim, na donjoj granici temperatura je već stotinu stupnjeva

iznad nule, a pritisak iznosi 2 atmosfere. Na visini od 40 km padobrani su odbačeni, a aparat je produžio brže spuštanje koristeći aerodinamičku kočnicu (koja stoji na gornjem dijelu aparata poput kišobrana). Za amortizaciju udara o Venerino tlo poslužio je stajni trap u obliku prstena na donjem dijelu aparata. Posebno je zanimljivo da je sletajući aparat poslije spuštanja nastavio slati znanstvene informacije još u toku 110 minuta, znači gotovo dva puna sata! A znamo da na površini Venere, temperatura na prosječnoj razini površine iznosi plus 480 stupnjeva, a pritisak je 93 atmosfere. Uređaji na aparatu za spuštanje raznovrsniji su od svih letjelica koje su se ranije spuštale na Veneru. Tako su ovom prilikom mjerena i električna pražnjenja u atmosferi. Samo 15 minuta nakon spuštanja, aparat »Venere-12« zabilježio je snažan električni udar popraćen grmljavinom. Zaključak je, da se u atmosferi Venere događaju snažne oluje praćene udarima gromova i munjama.

Pribor za mjerenje osvijetljenosti pokazao je prilično visoke iznose, što je izazvalo opće oduševljenje u centru za praćenje leta. Još jednom je potvrđeno da do Venerine površine dopire dovoljno Sunčeve svjetlosti, više nego što bi se na prvi pogled očekivalo.

Dne, 25. prosinca 1978. na Veneru se spustio aparat s automatske međuplanetarne stanice »Venera — 11« (lansirane 9. IX 1978.). Sve je bilo kao i kod »Venere — 12«, koja je sa Zemlje krenula 5 dana kasnije, ali je zbog malo veće početne brzine stigla na cilj 4 dana prije »Venere — 11«!

Aparat za slijetanje s »Venere — 11« spustio se na mjesto 800 kilometara udaljeno od onog gdje se spustio njegov prethodnik. Poslije spuštanja na Veneru on je slao informacije u toku 90 minuta i za to vrijeme temperatura okolne atmosfere iznosila je plus 446 stupnjeva, a pritisak 88 atmosfera.

U to vrijeme Venera je od Zemlje bila udaljena 69 milijuna kilometara. (Najmanja moguća udaljenost je 40 milijuna kilometara). Venera nam je bila najbliža 7. studenog 1978. i od tada se udaljava od nas kružeći oko Sunca.

Kad se znanstveno obrade svi podaci, prispjeli s američkih i sovjetskih svemirskih sondi, nadamo se da ćemo dobiti nove korisne i zanimljive informacije o nama najbližem, ali i još uvijek tajanstvenom planetu.

Ante Radonić
suradnik Zvjezdarnice



PRONAĐEN NOVI ZAPIS O SUPERNOVOJ IZ GODINE 1054?

Vrlo je vjerojatno da je pronađen novi izvještaj promatrača, odnosno svjedoka supernove iz 1054. godine, iz koje je, nakon toga nastala poznata Krab maglica (Vidi sliku na naslovnoj strani). Ovim bi se po prvi puta potvrdilo da su ovu nebesku kataklizmu vidjeli i astronomi na Bliskom Istoku, a ne samo oni u Kini i Japanu.

Zapadnjački astronomi su shvatili u prošlom stoljeću da kineski i japanski zapisi sadrže izvještaje o sjajnoj novoj zvijezdi koja se pojavila godine 1054. u zviježđu Bika. Godine 1921. američki je astronom John C. Duncan otkrio iz usporedbe fotografija snimljenih nekoliko godina ranije da se Krab maglica u Biku koja je ostatak eksplozije supernove, prividno širi brzinom koja ukazuje da je stvorena pred oko 900 godina. Tek 1928. godine poznati kozmolog Edwin Hubble uočio je povezanost između pojave kineske »zvijezde-gosta« u Biku i porijekla Krab maglice. Od onda astronomi prihvaćaju tezu da je objekt kojeg su promatrali Kinezi bila supernova koja mora da je uzrokovala stvaranje spomenute maglice.

Prema istočnjačkim zapisima nova je zvijezda »konkurirala« Veneri u njenom maksimalnom sjaju, što znači da je dosegla veličinu — 4 ili — 5. Sjajan predmet bio je vidljiv 23 dana čak i danju. Ukupno se mogao promatrati duže od godinu dana, tako da sigurno ne bi izmakao onima i s minimalnim poznavanjem neba. Nedavno su astronomi pronašli izvjestan broj spiljskih crteža američkih urođenika u jugozapadnim državama, koji bi mogli predstavljati prolaz Mjesečevog srpa blizu spomenute supernove, koji se prema proračunima odigrao 5. lipnja 1054. godine, kad je zvijezda dosegla maksimum sjaja.

Ali, zapisi o supernovoj arapskih ili evropskih astronoma nisu bili pronađeni. Jedan od mnogih razloga je, možda, i pokrivenost većih područja Evrope i Bliskog Istoka dugotrajnom naoblakom, za vrijeme dok je supernova bila na vrhuncu sjaja. Međutim, ovo se ne čini vjerojatnim. Drugo tumačenje odnosi se na moguće odbijanje ondašnjih astronoma da prihvate mogućnost »poremećenja neba« takvim nepredviđenim događajem. Ovo se opet ne može podržati zbog postojanja arapskih zapisa već o supernovoj iz 1006. godine, kao i zbog čestog promatranja nekoliko kometa iz tog vremena, poput pojave Halleyevog kometa 1066. godine.

Sada su Kenneth Brecher s Massachusetts Institute of Technology i izraelski učenjaci Elinor i Alfred E. Leiber obratili pažnju na zapise jednog arapskog znanstvenika, Ibn Butlana, koji je radio kao liječnik u Carigradu u vrijeme tog događaja. Butlan je posebno opisao pojavu, jer se podudarala s velikim izbivanjem bolesti i gladi. To je imalo astrološko značenje, pošto su liječnici tog vremena bili zaokupljeni pretpostavkama povezanosti nebeskih događaja i čovjekova zdravlja.

Do sada zanemaren izvještaj Ibn Butlana nalazi se u njegovoj biografiji, odnosno u jednoj staroj liječničkoj enciklopediji, sastavljenoj oko 1242. godine. Srednjevjekovni biograf kaže, da je prepisao izvještaj Ibn Butlana pisan njegovom rukom, dio koji doslovno glasi: »Jedna od poznatih epidemija našeg vremena izbila je kad se u Blizancima pojavila spektakularna zvijezda godine 466 H (između travnja 1054. i travnja 1055).« »Prikaz se nastavlja izvještajem o





umiranju masa ljudi te jeseni u Carigradu, kad je 14000 umrlih sahranjeno u dvorištima džamije nakon što su sva groblja bila popunjena.

Slijedeće se godine epidemija proširila na susjedna područja. Ibn Butlan kaže: »Pošto se spektakularna zvijezda pojavila u znaku Blizanaca koji je preteča Egipta, uzrokovala je izbijanje epidemije u Fustatu (stari dio Kaira) kad je Nil bio nizak, u vrijeme svoje pojave godine 455H (između travnja 1053. i travnja 1054.)« Ovaj drugi podatak očito je greška. Drugi izvještaj Ibn Butlana potvrđuje da se glad u Kairu pojavila 554H godine, ali navodi da se pojačavala slijedeće godine kad se pojavila zvijezda i kad su sahranjene mase ljudi, tako da je 446.H stvarna godina pojave zvijezde. Zanimljivo je da se slična greška javlja i u japanskim izvještajima o supernovoj: ovaj put preračun od mjesec dana.

Ibn Butlan je bio posebno uznemiren zbog zvjezdane eksplozije, jer je Ptolomej svojedobno prorekao »jad i čemer narodu Egipta« u trenu pojave kometa u Blizancima (zanemarujući činjenicu da je bila riječ o novoj zvijezdi a ne o kometu!) Ali Krab maglica je u Biku, dok Ibn Butlan spominje novu zvijezdu u Blizancima! Kako protumačiti taj, na oko nesklad podataka? Sjetimo se da on govori o Blizancima više kao o znaku nego zviježđu, astrološki, a ne astronomski. Bit će da je godine 1054 efekt precesije uzrokovan »njihanjem« Zemljine osi u svemiru, doveo astrološki znak Blizanaca u dio zviježđa Bika u kojem se nalazi Krab maglica.*

Pošto Ibn Butlan navodi da je supernovu slijedila epidemija iste godine, zvijezda mora da se pojavila u ljeto 1054., što odgovara istočnjačkim zapisima koji spominju njezin najveći sjaj oko 4. srpnja.

Priredio: M. D.

*** Zbog precesionog gibanja Zemlje (zbog »njihanja« njene osi) pomiče se, naime, sjecište ekliptike i ekvatora, tzv proljetna točka otprilike za svakih 2000 godina, za po jedno zodijakalno zviježđe. U vrijeme kad su nastali astrološki simboli, proljetna točka nalazila se u zviježđu Ovna. Danas se, međutim, ona pomakla u zviježđe Riba. No, budući da se astrolozi još uvijek drže tradicije, oni i dalje računaju kao da je proljetna točka ostala u Biku. Zato se njihovi zodijakalni znakovi više danas ne poklapaju sa zodijalanim zviježđem, odnosno astrološki znak recimo Blizanaca, danas je u zviježđu Bika i td.**



POSTOJI LI 'NOVI' MJESEČEV KRATER?

»Ove godine, 18. lipnja uveče, kad je Mjesečev elegantan luk tek postao vidljiv, nekoliko ljudi koji su ga promatrali vidjelo je čudesnu pojavu. Iznenada se gornji krak luka rascijepio na dvoje, a iz sredine njegovog račvišta suknula je goruća baklja rigajući na znatnu udaljenost plamen, vruće stijenje i iskre. Tijelo Mjeseca koje se nalazilo ispod tog mjesta izvijalo se poput ranjene zmije. To se ponovito tuce ili više puta, a kad se sve smirilo, cijeli je luk postao taman.«

Fantastična priča? Iluzija? Možda od svega pomalo, ali astronomi sada smatraju da bi to mogao biti izvještaj svjedoka o stvaranju Mjesečevog kratera! Godina je 1178., a opis dolazi iz kronike Gervasea Canterburyskog koji je u prikazu te godine zapisao da je događaj promatralo nekoliko redovnika zakletih na istinu svojih kazivanja. Ukoliko nisu imali priviđenja, što su vidjeli? Da li je moguće da su redovnici doista promatrali nalet meteora na Mjesec? Ne možemo biti posve sigurni, no neke činjenice jako podupiru taj zaključak!

Uzorci s »Apolla« pokazali su da je razdoblje stvaranja velikih kratera na Mjesecu (kao i na Zemlji) svršilo, vrlo, vrlo davno. Nije mnogo vjerojatno da je bilo koji znatniji Mjesečev krater stvoren u povijesno doba osim mikroskopskih i onih veoma malih, koje vidimo na preciznim fotografijama. No, s druge strane, nema razloga po kojem ne bi neki meteor mogao pogoditi Mjesec pred 800 godina, ili recimo i večeras.

Dr. J. Hartung, s državnog sveučilišta New York iz Stony Brooka, pozabavio se tim pitanjima nakon što mu je pažnju privukao spomenuti izvještaj iz stare kronike. Smatrajući da je riječ o srazu meteora, Hartung je usporedio izvještaj s fotografijama Mjeseca i odredio grube granice moguće lokacije udara. Najvjerojatnijom lokacijom pokazao se krater Giordano Bruno, promjera dvadesetak kilometara na nevidljivoj strani Mjeseca.

Krater Bruno je zanimljiv — vrlo oštar rub daje mu opći dojam svježine i neistrošenosti, a posjeduje široki sistem izdanaka s najdužim »zrakama« među svim kraterima svoje veličine. Općenito govoreći, izgleda da se zrake stvaraju iz materijala uskovitlanog iz zone sudara i oko nje. Čim duže krater postoji, tim više slijedećih srazova pokriva ili razara njegove izdanke. Neprestana kiša mikrometeora i Sunčev vjetar polako nagrizaju površinu omekšavajući obrise i pokrivajući detalje. S tako širokim i dobro ocrtanim sistemom izdanaka Brunov krater mora da je doista mlad krater.

Ukoliko je Brunov krater najvjerojatnija lokacija sudara, postavljaju se dva pitanja: da li bi udarna masa bila vidljiva sa Zemlje i da li bi ona ostavila još koji vidljiv trag osim svježe pojave kratera? Odgovor na prvo pitanje je odlučno »da«, na drugo samo neznatno manje odlučno »da«!

Dva stručnjaka iz francuskog Centra za geodinamska i astronomska istraživanja, O. Calame i J. D. Mulholland analizirali su mogućnost odgovora na pitanje da li bi pretpostavljena udarna masa bila vidljiva sa Zemlje i postoje li neke sadašnje nepravilnosti gibanja Mjeseca koje bi mogle biti rezultat jednog takvog sudara.

Krater Bruno leži na nama nevidljivoj strani Mjeseca, oko 370 kilometara iza njegovog desnog ruba. 18. lipnja 1178. godine (ili 25. VI po ondašnjem gregorijanskom kalendaru), Mjesec je bio oko jedan dan iza mlađa. Terminator (sumračnica) te večeri bio je oko 840 km zapadno od kratera. Da bi udar bio viđen sa Zemlje, stup izbačenog materijala trebao bi biti visok otprilike kao vidljiva širina Mjesečevog srpa, oko 400 km. Štoviše, znatna količina izbačenog materijala trebala bi biti rasipana iznad terminatora da bi dva Mjesečeva roga izgledala odvojena, kako ih opisuje Gervase iz Centerburyja.

Pristupajući problemu, Calame i Mulholland su morali poći od nekih premisa. Tako su pretpostavili da je 1% izbačenog materijala potpuno nestalo, dobivši ubrzanje veće od prve Mjesečeve svemirske brzine, zatim, da je većina ostatka pala na

udaljenosti između 500 i 1200 km od mjesta sraza i da je (zbog dinamičkih razloga) kut izbačaja materijala iznosio između 45° i 85° od vertikale. Morali su odrediti granične površinske udaljenosti jer se prema današnjim orbitalnim fotografijama izdanci kratera Bruno prostiru bar na 500 km i jer je sovjetska lunarna stanica »Luna 24« izgleda alunirala na jedan izdanak 1200 km od kratera, donijevši materijal nalik na onaj nađen u kraterskim zrakama.

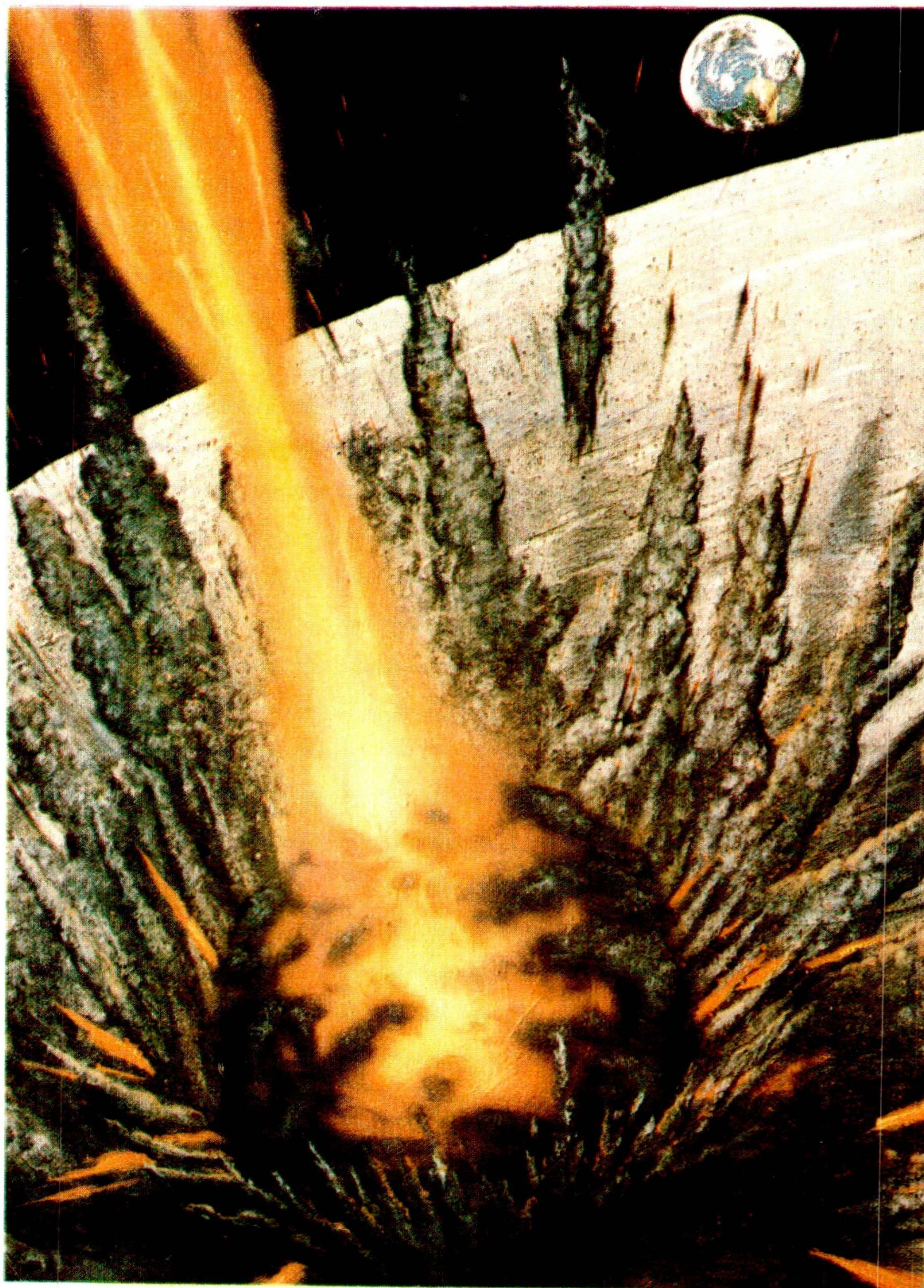
Nakon izvedenih proračuna učenjaci su bili zadovoljni. Ne samo da je izbačeni materijal mogao prevaliti širinu Mjesečevog srpa, već je lako mogao preletjeti 1200 km. Događaj je bio silovit i mogao je izgledati dovoljno apokaliptično da bi zaslužio opis u kronici. Ukoliko je udarni objekt bio skup više tijela, mogao je stvoriti nekoliko plamtećih buktinja, upravo kako opisuje stari zapis.

Tako je riješeno pitanje vidljivosti. Na drugi problem, pitanje nepravilnosti u gibanju Mjeseca, manje je precizno odgovoreno.

Razni uzroci uvjetuju različite oblike Mjesečevog gibanja. Jedan od njih je sporo »njihanje« od strane na stranu, tzv. libracija, koja nam ponekad dozvoljava da zavirimo malo mimo istočnog ili zapadnog kraka Mjeseca. Sudari meteora s Mjesecom uzrokuju drugu vrstu njihanja, tzv. slobodnu libraciju. Kad meteor udari u Mjesec, ovaj reagira promjenom gibanja: čim jači sudar, tim jača promjena. Nakon izvjesnog vremena, gibanja uzrokovana sudarima smanjuju se i prestaju, no taj interval može biti dug u ljudskim mjerilima. Ako se dovoljno jaki sudar stvarno dogodio 1178. g., njegov efekt bi mogao još uvijek trajati, no ne bi se mogao primijetiti vizuelnim putem. Brunov krater je širok samo 20 km, pa udarni meteor nije mogao biti osobite veličine. Mjesečevo njihanje uzrokovano tim srazom bilo bi preslabo da bi se moglo primijetiti okom, čak i netom nakon sudara. Potreban je znatno osjetljiviji test, a on je moguć tek od 1969. godine.

Posade »Apolla« su na mjestima iskrcavanja ostavile jedan instrument, pasivni retroreflektor, čija visoka polirana, blisko postavljena ogledala omogućuju laserima stacioniranim na Zemlji vrlo precizno određivanje udaljenosti Zemlje i Mjeseca. Osjetljivost instrumenata je dovoljna za mjerenje bilo kakvog gibanja, preostalog nakon pretpostavljenog sudara. Calame i Mulholland su ispitali podatke retroreflektorskih pokusa nakon 1974. g. da bi pronašli pojavu slobodnih libracija u gibanju Mjeseca.

I stvarno, analizom podataka pronašli su libraciono njihanje koje je kvantitativno blisko odgovaralo onom pretpostavljenom kod stvaranja kratera Bruno! Mjesec još uvijek drhti od udara objekta (ili objekata) koji je izdubio krater, 800 godina nakon tog događaja!



Divovski oblaci plina, smrvljenih stijena i prašine izbijaju iz mjesta udara dok se golema energija meteora pretvara u toplinu. Ova slika stvaranja kratera na Mjesečevoj površini, možda se odigrala nedavno, pred 800 godina?

Ali to još ne dokazuje da je krater Giordano Bruno nastao 18. lipnja 1178, već samo čini to tumačenje lako mogućim. Nekoliko učenjaka je ukazalo na to, da je prizor koji su redovnici vidjeli te ljetne večeri bio meteor na ulazu u Zemljinu atmosferu, upravo u času prelaza preko Mjesečevog srpa. Efekti su mogli biti slični, posebno zapanjenim promatračima.

Drugi polemičari su prigovorili da udar meteora jednostavno ne bi mogao biti vidljiv sa Zemlje. No, premda nitko nije vidio u novije vrijeme nešto slično, jasno je da sa mjesta eksplozije izlijeće masa plinova i zdrobljenih stijena; te da se sjaj eksplozije sigurno morao razlikovati od ostalog dijela Mjesečeve površine. Uskipio unutarnjim turbulencijama, zamračujući sjaj Mjeseca, oblak krhotina je ipak mogao ostaviti dojam da se Mjesečev srp »izvija poput zmije«.

Da li je još netko to vidio? Nad Engleskom i Evropom se spuštao mrak. Možda su i drugi opazili čudan događaj, ali ako su ikad i napisali nekakav prikaz, moramo ga tek pronaći.

M.



NAŠE NEBO

Izgled našeg neba oko 15. travnja u 21 sat.

Kumovska Slama (Mliječni Put) proteže se iz pravca sjevera do jugozapadnog obzora, nisko i gotovo usporedno s obzorom pa su i poznata nam zviježđa u njenom tragu ili blizu njega, dosta nisko nad obzorom. Polazeći od sjevera prepoznat ćemo zviježđa Cefej, Kasiopeja, Perzej, Kočijaš, Bik, Blizanci, Mali Pas i Veliki Pas.

U blizini zenita smjestio se Veliki Medvjed, najpoznatije zviježđe našeg neba, pomoću kojeg vrlo lako možemo pronaći ostalih šest cirkumpolarnih zviježđa: Malog Medvjeda sa Sjevernjačom, dugačko vijugavo zviježđe Zmaja, Žirafu, Risa i već spomenute Kasiopeju i Cefeja.

Nad istočnim obzorom svoj uspon počinje mitološki junak Herkul. Uz njega je malo zviježđe Sjeverna Kruna, pa Volar s Arkturom, Lovački Psi, Kosa Berenikina, Djevica sa Spikom te Gavran, Vrč i Hidra nad jugoistočnim obzorom.

Južnim nebom dominira zviježđe Lava sa sjajnim Regulom, smješteno vrlo blizu zenita a zapadnije od Lava nalazi se Rak s Jaslicama. U Lavu blista čuveni planet s prstenom, Saturn, a u Raku divovski planet našeg sunčevog sustava — Jupiter.

Za zapadni obzor zalazi najljepše zvijžđe zimskog neba Orion, zatim ovdje je i Veliki Pas s najsjajnijom zvijezdom cijelog neba Siriusom i Bik sa skupovima zvijezda Hijade i Plejade.

Upoznajmo zviježđa

U ovom broju nastavljamo opisom zviježđa na našem nebu. Za ovaj put izabrali smo zanimljivo zviježđe Bika s Hijadama i Plejadama.

Bik (Taurus)

Bik predstavlja vrhovnog boga starih Grka, Zeusa. Prema mitologiji on se pretvorio u bika i tako uspio oteti feničku princezu Evropu, dok je s prijateljicama brala cvijeće i odvesti je preko mora na otok Kretu.

α (alfa) Bika ili Aldebaran je sjajna crvena zvijezda prve prividne zvjezdane veličine s modrim pratiocem desete veličine. Predstavlja Bikovo oko. Četiri zvjezdice uz Aldebaran tvore zajedno s njima slovo V. To je karakteristično za prepoznavanje poznatog skupa zviježđa Hijade.

Hijade su u mitološkoj priči kćeri boga Atlasa i Plejone. Tako se zovu po svom bratu Hijadu za kojim su neutješno tugovale kada ga je u lovu razderao lav.

Plejade (Vlašići) su čuveni skup zvijezda, a nalaze se u Bikovu vratu. Ovaj skup prema mitologiji predstavlja 7 kćeri boga Atlasa i Plejone koje su po majci prozvane Plejade. Šest od njih su Maja, Elektra, Tajgeta, Alcyone, Celena i Steropa. Sedma, Meropa udala se za smrtnika Sizifa pa se od stida ne pokazuje uz svoje sestre. Po nekima Meropa je, ustvari, Alkor, zvijezda u repu Velikog Medvjeda, pored Mizara koju zovu i »mjerilom oštrog vida«. Naš narod ovih sedam zvijezda naziva Vlašićima.

U Biku je i NGC 1952 ili glasovita Krab maglica čiju sliku objavljujemo na naslov. stranici. Oblikom podsjeća na raka, a čuveni astronom W. Herschel smatrao ju je jednim od najljepših objekata na nebu.

Položaji planeta

Merkur će dana 21. travnja (aprila) biti u najvećem otklonu od Sunca i vidljiv na jutarnjem nebu prije izlaska Sunca, da bi se 30. svibnja (maja) nalazio iza Sunca tj. u gornjoj konjunkciji.

Venera se i dalje može vidjeti na jutarnjem nebu, nad istočnim obzorom prije izlaska Sunca.

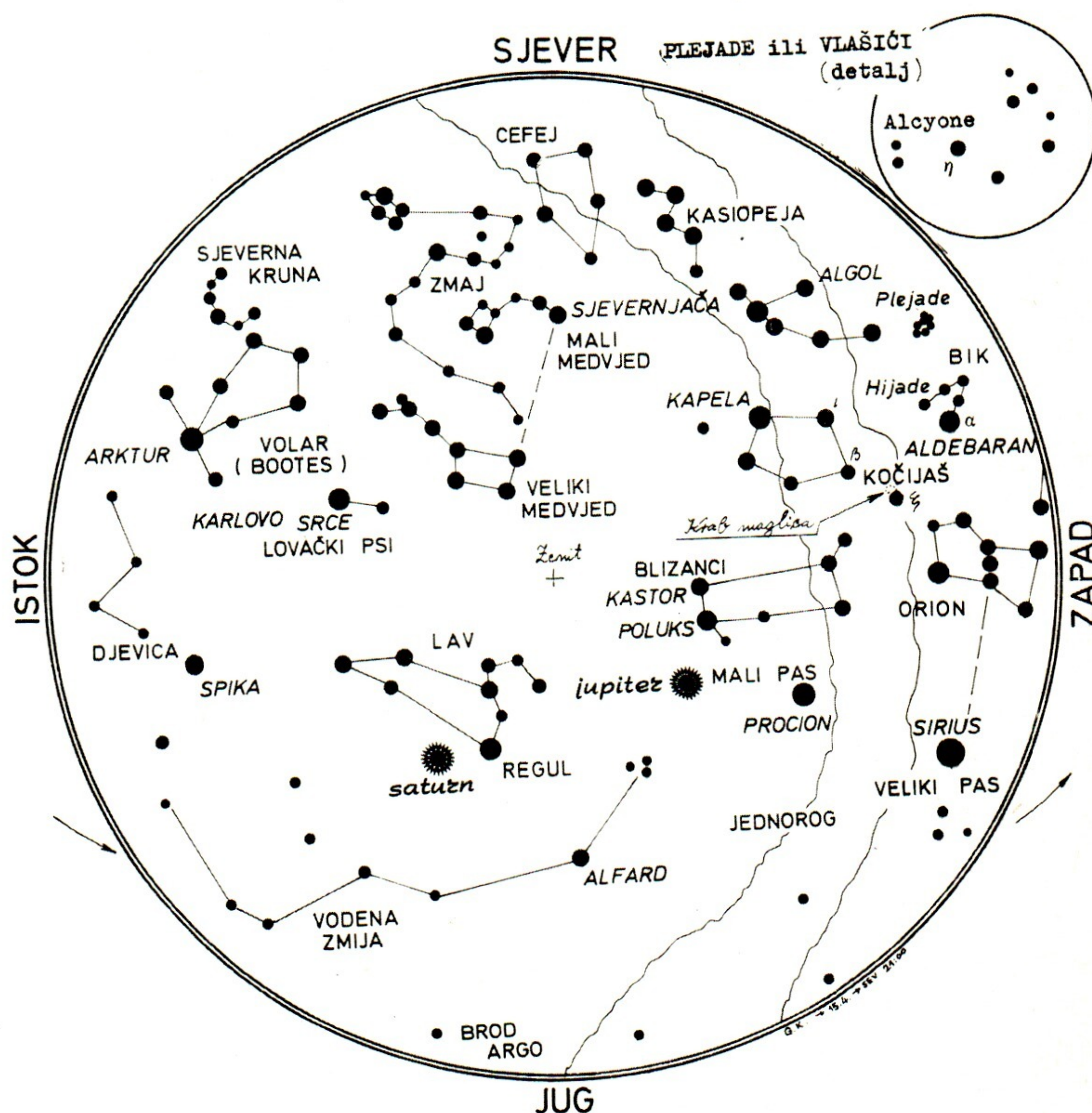
Mars se kreće u zviježđu Riba i prividno dosta blizu Sunca pa stoga još uvijek nije u povoljnom položaju za promatranje.

Jupiter se nalazi u zviježđu Raka, još uvijek u povoljnom položaju za promatranje.

Saturn se kreće u zviježđu Lava i lako ga nalazimo prema crtežu.

Tatjana i Gustav Kren,
suradnici
Zvjezdarnice





Izgled našeg neba oko 15. travnja u 21 sat. Ista karta može se koristiti i oko 1. svibnja u 20 sati.

URAN ZBUNJUJE ASTRONOME

Planet Uran, s nedavno otkrivenim prstenima postavio je nove probleme pred astronome.* Jedan od problema odnosi se na prstene i mogućnost postojanja šestog satelita, dok se drugi problemi javljaju u vezi radioskopskih promatranja ovog planeta.

Dva radioastronoma iz Jet Propulsion Laboratory NASA-e, u Pasadeni, otkrila su velike promjene duboko u atmosferi Urana. Dr M. J. Klein iz odjela za istraživanje atmosfere planeta JPL-a i Dr J. A. Turegano, suradnik JPL-a sa sveučilišta Saragosa, Španjolska, utvrdili su da su radiovalovi odašiljani iz dubine atmosfere Urana postali 30% jači u zadnjih deset godina. Klein i Turegano, koji su svoja opažanja stekli uz pomoć radioantene NASA-e u Goldstoneu u Kaliforniji (promjera 64 m), smatraju da radiovalovi koji probijaju guste oblake Urana, potječu iz dubine njegove atmosfere, gdje su pritisci, kako se misli, deset puta veći od onih na površini Zemlje. Istraživači vjeruju da se rezultati mogu tumačiti ili zagrijavanjem atmosfere Urana ili njenom povećanom propusnošću za radiovalove. Međutim, teško je vjerovati da bi temperatura u dubini atmosfere planeta mogla porasti za 30% u samo deset godina. Slična promjena na Zemlji podigla bi našu prosječnu temperaturu zraka iznad 120°C! Prema mišljenju stručnjaka vjerojatnije je da je ova promjena povezana s jedinstvenom orijentacijom planeta. Za razliku od bilo kojeg drugog planeta, Uran rotira oko osi koja leži gotovo u ravnini putanje oko Sunca. Svake 84. godine (dužina jedne Uranske godine) Sunce direktno obasjava sjeverni pol Urana, a 42 godine kasnije sjeverna hemisfera je u mraku, a južni pol okrenut Suncu. Sjeverni pol se sada okreće Suncu nakon 42 godine mraka dok će 1987. godine biti okrenut direktno Zemlji i (Suncu).

Amonijak u atmosferi Urana vjerojatno onemogućuje širenje radiovalova iz dubine njegove unutrašnjosti. Klein i Turegano su naveli mogućnost da je količina amonijaka selektivno manja u polarnim područjima planeta zbog konvekcijskih strujanja ili kemijskih reakcija. U tom bi slučaju sada radioteleskopi mogli registrirati više temperature dublje u atmosferi od onih pred 10 godina, kad je polarna orijentacija planeta prema Suncu bila nešto drugačija.



Astronomi sa California Institute of Technology su nedavno snimili prvu direktnu fotografiju Uranovih prstena. Povijesna slika je snimljena s teleskopom Mt. Palomara od 200 incha i pokazuje jedino prstenove, ne sam planet. Uran je promatran na dvije valne infracrvene dužine: jednoj, na kojoj je planet izgledao svjetliji od prstenova i drugoj na kojoj se činio tamnijim od njih. Subtrakcijom slika postignuto je efektno »nestajanje« planeta, iza kojeg je ostao prikaz prstenova. Ova slika potvrđuje da su prsteni u stvari puni obruči materijala i da postoji »pretjecanje« jednog od prstena oko planeta nalik na kretanje »hula-hupa«. Također je utvrđeno da prsteni Urana, za razliku od Saturnovih, nisu od leda već od kamena.

Proučavanja temperature Urana značajna su za razumijevanje porijekla Sunčevog sistema. Najnoviji podaci ukazuju da su na Uranu, za razliku od Jupitra i Saturna, elementi teži od helija, više zastupljeni no što se očekivalo. To sugerira, da se u vanjskom dijelu Sunčevog sistema javila kemijska nestabilnost, kad se ovaj stvarao, pred više milijardi godina.

Novootkriveni Uranovi prsteni doveli su do pretpostavke o postojanju šestog, još neotkrivenog satelita, koji možda uvjetuje položaj prstena oko planeta. Astronomi su prihvatili tezu da se čestice od kojih se sastoje tanki prsteni, održavaju u položaju gravitacijske interakcije (tzv. rezonance) sa pet poznatih satelita Urana. No, točan mehanizam tih pojava još nije ispitan.

Astronom G. A. Steigman sa sveučilišta Hull u Engleskoj, pokazao je da se postojanje tri (od pet) prstena može objasniti kombiniranim djelovanjem satelita Mirande i Ariela. No, postojanje preostalih dvaju, po teoriji rezonance zahtijeva prisustvo još jednog, neotkrivenog Uranovog satelita.

Šesti satelit je prema proračunima najbliži Uranu. Oblijeće ga na udaljenosti od 105.200 km, u toku od 24 sata i 35 minuta. Pošto je do sada izmakao otkrivanju, mora da je slabog sjaja što uz (pretpostavljeni) albedo sličan Mirandinom, implicira promjer od oko 100 km (albedo je sposobnost reflektiranja Sunčevog svjetla).

Steigman je izračunao da rezonance koje uključuju šesti satelit Urana, uz pet poznatih, zadovoljavaju teorijske uvjete za objašnjenje postojanja svih prstenova uključivo i tri ili četiri nova prstena otkrivena za jedne okultacije 10. travnja 1978. Sam satelit mogao je nastati i skrućivanjem iz ranijeg prstena.





NAGRADNI NATJEČAJ

Sada se misli da su Uranovi prsteni stjenovitog sastava, ali prema analizi gibanja i rezonanci tri poznata unutarnja satelita, Mirande, Ariela i Umbriela, mogli bi biti i ledeni. Dr R. Greenberg iz Planetarnog Instituta, Arizona, utvrdio je, da bi primijećene rezonance u orbitama unutarnjih satelita morale pojačati njihove uzajamne gravitacijske efekte, uz vidljive, mjerljive nepravilnosti u gibanju jednog ili drugog. Takve nepravilnosti nisu primijećene i zato sateliti mora da imaju male mase. Oni su sjajni, te njihova albeda mora da su visoka, a gustoće niske. Prema Greenbergu, materijal tih osobina u tom dijelu svemira može biti samo led. Unutarnji sateliti bi tako bili posve različiti od prstenova koji su vrlo tamni, kao i od tamnog, gustog satelita Oberona.

Proučavanje planeta Urana nesumnjivo je tek počelo i pitanja se množe. Astronomi se sve više nadaju da će letjelica Voyager, koja je upravo sada prošla pored Jupitra, da bi kasnije letjela prema Saturnu, istražiti i prikupiti podatke i o Uranu, da bi ih, s ostalima vratila na Zemlju 1986. godine.

Priredio: M. D.

*** Detaljnije o samom otkriću Uranovih prstena pisano je u br. 1,1977/78. našeg časopisa (Red.).**



Odgovori na pitanja iz prošlog broja (br. 4,78/79.).

Pitanje: U kojem poznatom zimskom zviježđu se nalaze tri karakteristične zvijezde – nazvane »Koscima«?
Odgovor: U Orionu.
Pitanje: Navedite kada se ove godine Zemlja nalazi najbliže Suncu (dan i mjesec)!
Odgovor: 4. siječnja (januara) 1979.
Pitanje: Koji je planet sada (početkom ožujka) vidljiv tokom cijele noći, a nalazi se u zviježđu Lava?
Odgovor: Planet Saturn.
Pitanje: Između koja dva planeta se proteže pojas asteroida (planetoida)?
Odgovor: Između Marsa i Jupitra.
Pitanje: Kako se zvao naš poznati astronom, između ostalog poznat i kao utemeljitelj zagrebačke Zvjezdarnice?
Odgovor: Oton Kučera.

Novi nagradni natječaj

1. Kako se stručno naziva pojava polarnog svjetla na – južnoj hemisferi?
2. Kako se zovu dvije najnovije svemirske letjelice, upućene na istraživanje vanjskih planeta Sunčevog sistema?
3. Navedite naziv poznatog zvjezdanog skupa u zviježđu Bika (sedam kćeri boga Atlasa i Plejone. . .).
4. Krab maglica u Biku, poznati je ostatak eksplozije jedne zvijezde. Koje godine su ljudi promatrali ovu svemirsku katastrofu?
5. Koliko približno iznosi temperatura »zraka« na površini Venere?

* * *

I nagrada: knjiga »Astronomija«
II nagrada: knjiga »Zvijezde, pulsari, kolapsari«
III nagrada: godišnja pretplata na časopis »Vasionu«
IV nagrada: knjiga »Drama u svemiru«
V i VI nagrada: godišnja pretplata na časopis »Čovjek i svemir«
VII i VIII nagrada: karta zvjezdanog neba.

Rješenja za natječaj šalju se na adresu: Zvjezdarnica, 41001 Zagreb, Opatička 22, pp 943. Rok natječaja do 15 travnja (aprila) 1979. (Odgovore molimo poslati na poštanskoj dopisnici).

Rezultati nagradnog natječaja iz broja 3,1978/79.

I nagrada: Goran Rendić, Karlovac, **II nagrada:** Robert Bašić, Subotica, **III nagrada:** Milan Ćorić, Banja Luka, **IV nagrada:** Marija Prašnički, Ivanec, **V nagrada:** Darko Kovačić, Slav. Brod, **VI nagrada:** Ljubiša Čeperković, Vrnjci, **VII nagrada:** Lucija Šapina, Stara Bila, **VIII nagrada:** Nađa Župan, Kropa.

OBAVIJEST REDAKCIJE: U pretprošlom broju ČIS-a, povodom planirane ekskurzije u Poljsku, objavili smo da se zainteresirani jave dopisnicom do 15. II 1979. Pošto se do sada nije javio dovoljan broj interesenata, prije svega povjerenika i čitatelja našeg lista, nismo na žalost u mogućnosti organizirati ekskurziju za manji broj sudionika, zbog cijene koja bi na taj način bila previsoka.
Slijedeća planirana akcija naše Zvjezdarnice je – astronomska ekspedicija na totalnu pomrčinu Sunca u Keniju, u veljači slijedeće godine. Osim astronoma-amatera sa zagrebačke Zvjezdarnice, u ekspediciji će moći sudjelovati i prijatelji Zvjezdarnice, odn. čitatelji našeg lista i drugi građani, kao što je to bio običaj i u dosadašnjim ekspedicijama.

Astronomsko-astronautički časopis »Čovjek i svemir« izdaje Zvjezdarnica HPD u suradnji s Astronomsko-astronautičkim društvom SRH Zagreb, Opatička 22. Časopis izlazi 6 puta godišnje. Godišnja pretplata iznosi 60 n. din. Pojedini broj stoji 10 n. d. Za učenike, koji časopis primaju preko povjerenika u školi pojedini broj stoji 7 n. din. (godišnje 42 n. din. polugodišnje 21 n. din.). Povjerenikom časopisa može postati svaki nastavnik (a i učenik) ako želi na svojoj školi propagirati naš časopis te prikupi barem 5 pretplatnika i redovito za njih šalje pretplatu nakon primitka svakog pojedinog broja časopisa. (U tom slučaju povjerenik dobiva besplatno jedan primjerak časopisa i naknadu za poštanske troškove). Povjerenik koji prikupi 10 ili više pretplatnika, dobiva dva, povjerenik s 50 ili više pretplatnika – tri, a povjerenik sa 100 ili više pretplatnika – četiri primjerka časopisa besplatno i naknadu poštanskih troškova. Pretplata se šalje nakon svakog primljenog broja čekovnom uputnicom koja se već nalazi u paketu u kojem dolazi časopis. Broj čekovnog računa glasi: Zvjezdarnica – Zagreb, 30105-603-7379. Časopis se naručuje na adresu: Zvjezdarnica, 41001 Zagreb, Opatička 22, poštanski pretinac 943 (tel.-041-33393).
Savjet časopisa: dr Gabrijel Divjanović, Stjepan Malović, ing. Damir Mikuličić, dr Dragan Miličić, dr Goran Pichler i dr Vladimir Ruždjak.
Redakcijski odbor: glavni i odgovorni urednik prof. Zdenko Marković, pomoćnik glavnog urednika prof. Marija Divjanović, članovi redakcije: inž. Zlatko Britvić, Gustav Kren i dr Vladis Vujnović, grafička oprema Marijan Machala.
Uprava časopisa: Ernest Brajder.
TISAK NIŠRO »VJESNIK« – ZAGREB

NAJNOVIJA FOTOGRAFIJA VOYAGERA — 1

Jupitrov satelit Io, snimljen s udaljenosti od svega 123.000 kilometara (dakle, s u pola manje udaljenosti nego Zemlja — Mjesec!). Na gornjem dijelu slike ističe se — vrlo vjerojatno — aktivni vuklan, s rijekama lave, koje se jasno ocrtavaju, na, kako nam se čini, zaleđenoj površini satelita. Vulkanski krater promjera je oko 45 kilometara. Prema svemu sudeći, Io-va utroba je vruća i vrlo aktivna — poput Zemljine!

Inače, Io je najbliži Jupitru (od većih satelita) i treći po veličini (iza Ganimeda i Kalista) — promjera 3550 kilometara.

Ovaj umjetnički prikaz prizora unutar jednog Uranovog prstena pokazao se točnim, posebno u svjetlu najnovijih spoznaja do kojih su došli astronomi u posljednje vrijeme. Prsteni se, izgleda, sastoje od vrlo tamnog, stjenovitog materijala kao što je prikazano na slici; bez blistavog leda koji obilježava (i znatno posvjetljuje) sličan, ali veći prstenski sistem Saturna.



